

# DETERMINAÇÃO DOS OLIGOELEMENTOS Cu, Fe e Zn EM SANGUE PROVENIENTE DA MÃE E DO CORDÃO UMBILICAL

**Carrocci, J.S.<sup>1</sup>, Salazar, R.F.S.<sup>2</sup>, Peixoto, A.L.C.<sup>3</sup>, Siqueira, A.F.<sup>4</sup>, Cobra, O. L. G.<sup>5</sup>  
Izário Filho, H.J.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>EEL-USP/DEQUI, Estrada Municipal do Campinho, s/nº, Campus I, [jubioq@dequi.eel.usp.br](mailto:jubioq@dequi.eel.usp.br)

<sup>2</sup>EEL-USP/DEQUI, Rod. Estrada Municipal do Campinho, s/nº, Campus I, [salazar@dequi.eel.usp.br](mailto:salazar@dequi.eel.usp.br)

<sup>3</sup>EEL-USP/DEQUI, Estrada Municipal do Campinho, s/nº, Campus I, [alcepeixoto@dequi.eel.usp.br](mailto:alcepeixoto@dequi.eel.usp.br)

<sup>4</sup>EEL-USP/DEBAS, Estrada Municipal do Campinho, s/nº, Campus I, [adriano@debas.eel.usp.br](mailto:adriano@debas.eel.usp.br)

<sup>5</sup>EEL-USP/DEBAS Estrada Municipal do Campinho, s/nº, Campus I, [oswaldocobra@debas.eel.usp.br](mailto:oswaldocobra@debas.eel.usp.br)

<sup>6</sup>EEL-USP/DEQUI Estrada Municipal do Campinho, s/nº, Campus I, [helcio@dequi.eel.usp.br](mailto:helcio@dequi.eel.usp.br)

**Resumo-** Este trabalho teve como intuito determinar as concentrações dos elementos Cu, Fe e Zn em sangue total proveniente da mãe e do cordão umbilical, verificando a viabilidade da metodologia analítica empregada pela utilização de espectrometria de absorção atômica por chama e as possíveis associações entre estas concentrações no sangue da mãe e do recém-nascido. Participaram deste estudo nutrízes que deram à luz no Hospital Universitário de Taubaté, localizado no interior do estado de São Paulo, através do Sistema Único de Saúde (SUS). Em função das análises pode-se verificar a existência de correlação positiva para todos os elementos quando relacionado sangue da mãe e do recém-nascido, confirmando o transporte ativo destes oligoelementos.

**Palavras-chave:** espectrometria de absorção atômica por chama, sangue materno, sangue do cordão umbilical, oligoelementos.

**Área do Conhecimento:** Ciências da Saúde (Nutrição)

## Introdução

O sangue é um meio de transporte para os elementos traço (essenciais ou não), podendo ser facilmente coletado e despertando sérias investigações (SCHRAMMEL et al., 1988). Os intervalos de concentrações que determinam a carência, essencialidade e toxicidade desses elementos são extremamente curtos. Por esse motivo, é importante conhecer a concentração em amostras de interesse clínico com adequada precisão e exatidão (CORREIA, 2001).

Um adequado suplemento de elementos traço essenciais é indicado às matrizes para o bom desenvolvimento das funções metabólicas da criança, já que o feto precisa desenvolver seu próprio mecanismo de regulação dos processos metabólicos incluindo o sistema digestivo, a cadeia respiratória e o sistema imunológico (BRÄTER, 1996).

O cobre é um componente de várias enzimas que participam de importantes reações metabólicas. É encontrado na maioria dos alimentos, e, se ingerido em pequenas quantidades, são tão essenciais quanto às vitaminas (SHIELDS, 1961). Em caso de intoxicação aguda aparecem sintomas hemolíticos, e lesões no fígado e cérebro (PEDRO, 1998).

O ferro é o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre (LEE, 1999). É um dos constituintes do sangue e atribui o pigmento

colorido com que são caracterizados os glóbulos vermelhos (GONÇALVES et al., 2001). A carência de ferro, muitas vezes, é resultado de perdas excessivas como hemorragias e ulcerações digestivas; ou ainda do consumo diário insuficiente existente em zonas de má nutrição (dietas a base de gorduras). Este déficit de ferro ocasiona anemia, que constitui um dos problemas nutricionais de maior magnitude no mundo (STOLTZFUS, 2001). Nos adultos, o principal impacto é a diminuição da capacidade reprodutiva (HAAS, 2001). Já na infância os efeitos negativos aparecem sobre o crescimento ponderal e estatural, além de afetar a aprendizagem escolar (LAWLESS et al.; POLLITT, 1999).

Finalmente o zinco, que é um elemento vital e está relacionado às funções essenciais, estruturais, catalíticas e reguladoras no sistema biológico além de ser um co-fator de enzimas na síntese de RNA. Participa do metabolismo de lipídeos, carboidratos e proteínas, desenvolvendo um papel chave na DNA polimerase e na ligação das proteínas com a membrana plasmática (COUSINS, 1990). Manifestações clínicas da deficiência de zinco na dieta estão associadas a anormalidades congênitas nas células, disfunções nas gônadas, retardamento no crescimento de crianças. Em gestantes, a carência do elemento pode gerar partos prematuros, geração de bebês com baixo peso e com crescimento retardado (KATZ, 1995).

## Materiais e Métodos

As amostras do sangue foram coletadas em vidros esterilizados, previamente imersos, durante 12 horas, em solução de HNO<sub>3</sub> 1:1 (v/v) e, posteriormente, rinsados com água deionizada. As amostras, após adequadamente coletadas, foram imediatamente refrigeradas a - 20 °C e mantidas até o momento da análise.

A decomposição do sangue foi feita em um forno resistivo na presença de mistura ácida formada por: 2 partes HCl 40 % v/v + 1 parte de HNO<sub>3</sub> 40 % v/v + 0,5 parte HF 40 % v/v.

A metodologia de digestão consistiu das seguintes etapas: em uma cápsula de Teflon acrescentou-se 1 mL do sangue total, 1 mL de água deionizada e 1,5 mL de mistura ácida. Em seguida, acoplou-se a cápsula de Teflon a uma cápsula de alumínio, que possui um sistema de vedação mantida por mola, permitindo-se trabalhar sob baixa pressão e temperatura de 110°C (bomba de decomposição). Todo esse conjunto foi acoplado em um forno de aço inox, cujo aquecimento resistivo é mantido por um controlador de temperatura. Após a rampa de aquecimento, a cápsula de alumínio foi retirada e resfriada naturalmente e, então, a amostra digerida foi transferida, quantitativamente, e avolumada em balão volumétrico de polietileno de 25,0 mL.

## Resultados

Os parâmetros analíticos para as determinações em chama, apresentados na Tabela 1, foram otimizados para Cu, Fe e Zn variando-se o fluxo dos gases e observando a melhor sensibilidade na atomização

Tabela 1- Condições analíticas de operação para determinação por chama.

Elemento	$\lambda$ (nm)	Fenda (nm)	Lâmpada <sup>(*)</sup>	Fluxo de gás (Acet/Ar)
Cu	248.3	0.2	HCL	7,8 / 16
Fe	324.8	0.7	HCL	7,8 / 16
Zn	213.9	0.7	EDL	7,8 / 16

(\*) HCL = lâmpada de catodo oco  
EDL = lâmpada de descarga elétrica

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores das concentrações médias determinadas através da análise em triplicata da amostra escolhida aleatoriamente, bem como a concentração média da adição de analito para cada elemento estudado; os resultados esperados; os resultados obtidos; e o erro relativo para a viabilização da metodologia analítica.

Tabela 2- Resultados analíticos para validação e exatidão da metodologia analítica.

Elemento	Concentração média (mg L <sup>-1</sup> )	Analito adicionado (mg L <sup>-1</sup> )	Concentração teórica esperada (mg L <sup>-1</sup> )
Cu	0,0080	0,060	0,068
Fe	17,450	12,50	29,95
Zn	0,2180	0,177	0,395

Tabela 3- Resultado da concentração e do erro relativo de cada elemento estudado na dopagem do sangue.

Elemento	Resultado médio obtido (mg L <sup>-1</sup> )	Erro relativo (%)
Cu	0,062	- 8,82
Fe	30,00	+ 0,17
Zn	0,367	- 7,09

As médias e desvios padrões foram calculados através dos dados obtidos nas análises, como podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4- Valores das Médias (mg L<sup>-1</sup>) e Desvios Padrões para cada Elemento para Mãe (M) e Recém-nascido (RN), em 37 Pares de Amostras.

	Média (mg L <sup>-1</sup> )	Desvio Padrão
Cu (M)	1,5594	0,9691
Cu (RN)	0,9503	0,8062
Fe (M)	270,50	160,80
Fe (RN)	342,79	186,91
Zn (M)	17,486	19,978
Zn (RN)	14,227	14,129

Já a Tabela 5 apresenta as informações estatísticas em relação às análises de correlação efetuadas, observando que em todos os elementos analisados existe uma correlação linear significativa (nível de significância = 1%), entre a concentração do elemento no sangue das mães e dos recém-nascidos.

Tabela 5- Parâmetros Estatísticos das Regressões Lineares Efetuadas.

Elemento	P-Valor	Coefficiente de Pearson
Cu	Menor que 0,001	0,633
Fe	Menor que 0,001	0,689
Zn	0,001	0,595

## Discussão

Pode-se verificar que a metodologia desenvolvida para a caracterização das amostras é viável, uma vez que os valores dos erros relativos geram uma confiabilidade no método. Foram analisados 37 pares de amostras (sangue da mãe e do recém-nascido), verificando-se a presença dos elementos Cu, Fe e Zn no sangue total.

Nas figuras 1, 2 e 3 são mostramos também, além dos valores apresentados na Tabela 5, os intervalos com 95% de confiança para as previsões (Pi) e ajuste (Ci) sob a hipótese de normalidade dos dados.

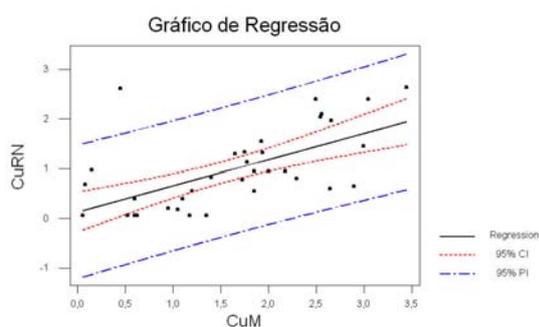


Figura 1- Correlação entre o Sangue Materno e do RN para o Cobre.

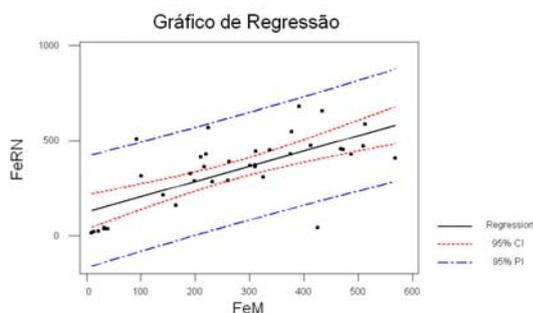


Figura 2- Correlação entre o Sangue Materno e do RN para o Ferro.

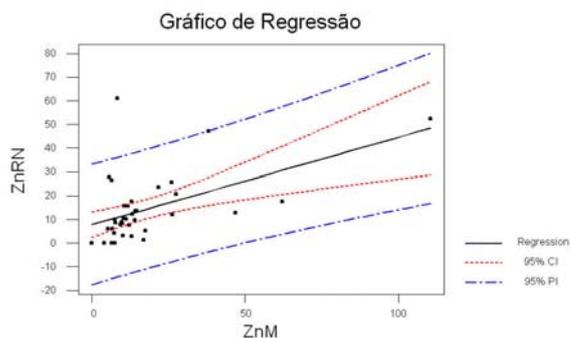


Figura 3- Correlação entre o Sangue Materno e do RN para o Zinco.

Observa-se uma correlação positiva entre a quantidade dos elementos presentes nas mães e recém-nascidos, evidenciando o transporte ativo destes.

## Conclusão

Pode-se concluir que os parâmetros analíticos para as determinações em Espectrometria de Absorção Atômica por chama foram otimizados, confirmando a viabilidade da metodologia analítica, já que o percentual de recuperação dos analitos foi alto.

Ficou evidente a existência de correlação positiva para todos os elementos quando relacionado sangue da mãe e do recém-nascido, confirmando o transporte ativo destes oligoelementos.

## Referências

- BRÄTER, P. Essential Trace Elements in the Nutrition of infants. Therapeutic Uses of Trace Elements. **New York: Plenum Press**. p. 69-77, 1996.
- CORREIA, P.R.M. Determinação simultânea de manganês/selênio e cobre/zinco em soro sangüíneo por espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica. 2001. 107p Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
- COUSINS, R.J.; Hempe, J.M.; Present Knowledge in Nutrition. 5.ed. Washington DC: **International Life Science Institute, Nutrition Foundation**, p.251-260, 1990.
- GONÇALVES, J. M.; Antunes, K. C. L.; Antunes, A.; Cálcio e Ferro em Leite Enriquecido, **Química Nova na Escola**, nº14, 2001.
- HAAS, J.D.; Brownlie, T. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. **J Nutr.** 131(2S2): 676S–688S, 2001.

- KATZ, A. The toxicity/essentiality of dietary minerals. **Arh. Hig. Rada toksikol.** p.333-345, 1995.
- LAWLESS J.W.; Latham, M.C.; Stephenson, L.S.; Kinoti, S.N.; Pertet, A.M. Iron supplementation appetite and growth in anemic Kenyan primary school children. **J Nutr.** 124(5):645– 654, 1994.
- LEE, J. D.; Química Inorgânica não tão Consisa, 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- PEDRO, N.A.R. Determinação de nutrientes minerais em alguns alimentos por ICP-AES. 1998. 132p. Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo.
- POLLITT, E. Early iron deficiency anemia and later mental retardation. **Am J Clin Nutr**, 1999.
- SCHRAMMEL, P.; Hasse, S.; Ovcara-Pavlu, J. Selenium, cadmium, lead, and mercury concentrations in human breast milk, in placenta, maternal blood, and the blood of the newborn. **Biol. Trace Elem. Res.** p. 111-124, 1988.
- SHIELDS, G.S.; Markowitz, H. Studies on copper metabolism. XXXI. Erythrocyte copper. **J. Clin. Invest.** p.2007-2015, 1961.
- STOLTZFUS, R.J. Defining iron-deficiency anemia in public health terms: a time for reflection. **J Nutr.** 131(2S2):565S–567S, 2001.