# BIODISPONIBILIDADE DE ZINCO EM DIETA REGIONAL DE SÃO PAULO[1]

*R.P. Dantas*[2] *e S.M.F. Cozzolino*[3]

**Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental,
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil**

## RESUMO

**A biodisponibilidade de zinco em dieta regional de São Paulo, da população com renda menor que 2 (dois) salarios minimos, foi estudada em ratos albinos Wistar, recém-desmamados, com peso ao redor de 47.0g. Foram formados três grupos de animais, um experimental, que recebeu ração à base da dieta regional de São Paulo (DRSP), *ad libitum*, e os outros dois contrôles, que receberam ração à base de caseína suplementada com metionina (CA), "pair feeding" e *ad libitum*, por um período de 60 dias. As rações continham 11% de proteína e 11 mg de zinco/kg. Para se avaliar a biodisponibilidade de zinco utilizou-se o Indice de absorção aparente de zinco e o nível de zinco na carcaça. Observou-se que a biodisponibilidade de zinco da ração DRSP é baixa quando comparada com a ração contrôle CA. Houve uma correlação positiva significativa entre a quantidade absorvida de zinco e o nível de zinco na carcaça.**

---

Manuscrito modificado recibido: 9—11—89.

1 Parte da Tese de Maestrado intitulada "Biodisponibilidade de Zinco em Dieta Regional de São Paulo", apresentada ao Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciencias Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, em 1987. Projeto realizado com apoio financeiro da FINEP (Processo No. 42.84.0821.00).

2. Professor Assistente do Departamento das Ciências da Nutrição, Universidade Federal da Bahía, Brasil.

3. Professor Assistente, Doutor do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 30.786, São Paulo, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Em 1961, Prasad, Halsted e Nadim (1), reconheceram a essencialidade de zinco para humanos e a partir desta época, a deficiência deste elemento tem sido observada em crianças (2), adolescentes (3), adultos (4), gestantes (5), vegetarianos (6) e em algumas condições patológicas (7).

Como consequência desta deficiência, são descritos: redução de crescimento, anorexia, ataxia, lesões bucais, alopecia, acrodermatite, hipogonadismo e redução da função imunitária (8, 9). Também tem sido observadas, diminuição da síntese de DNA, RNA e proteínas, redução dos níveis de zinco no soro, urina, saliva, ossos, pelos e em alguns órgãos, bem como redução na concentração ou aumento do "turnover" das metaloenzimas dependentes de zinco (10-12).

A deficiência de origem alimentar, deve-se ao alto consumo de vegetais, principalmente cereais e leguminosas, associada ao baixo consumo de alimentos de origem animal. Os vegetais possuem componentes como fitatos, oxalatos, fibras que podem reduzir a absorção e utilização de zinco (13, 14).

No Brasil também tem-se constatado deficiência de zinco em estudos isolados (15-17), supondo-se portanto que os fatores determinantes sejam a baixa ingestão de zinco e a redução na biodisponibilidade.

Assim, propusemo-nos a verificar o teor e a biodisponibilidade de zinco, da dieta consumida pela população com renda até 2 (dois) Salários Mínimos mensais, da região de São Paulo.

*Animais*

Utilizou-se 28 ratos albinos machos, da linhagem Wistar, recém-desmamados, pesando 47g ± 3.0. Foram mantidos, por um período de 60 dias em gaiolas metabólicas individuais de aço inox, à temperatura de 23°C com ciclo claro-escuro.

*Rações*

A ração controle à base de caseína suplementada com DL-metionina, foi preparada de acordo com a composição percentual descrita na Tabela 1 e oferecida em pó. As misturas salina e vitaminica foram elaboradas segundo as especificações do Committee on Laboratory Animal Diets/NRC (18). Os percentuais de proteína e zinco foram ajustados aos da ração DRSP.

A ração DRSP (Tabela 2) foi elaborada segundo o ENDEF (19), sendo os alimentos preparados da forma habitualmente utilizada pela população, a fim de se tentar reproduzir as reações químicas que normalmente ocorrem no processo de cocção, sendo então secos em estufa ventilada a 60°C e pulverizados, homogeneizados e oferecida em pó. Ambas as rações foram conservadas en geladeira em sacos hermeticamente fechados.

TABELA 1

COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO À BASE DE CASEINA

| Componentes | % |
|---|---|
| Caseína | 15.5 |
| DL-metionina | 0.15 |
| Sacarose | 10.0 |
| Fibra | 1.0 |
| Oleo de soja | 8.0 |
| Mistura salina* | 4.0 |
| Mistura vitamínica | 1.0 |
| Amido de milho, q.s.p. | 100.0 |

* A mistura salina foi elaborada sem a adição de zinco, a fim de se ajustar este elemento ao nível da DRSP.

TABELA 2

COMPOSIÇÃO DA DIETA REGIONAL DE SÃO PAULO

| Componentes | % |
|---|---|
| Cereais e derivados | 36.1 |
| Raízes e tubérculos | 5.8 |
| Açúcar | 10.7 |
| Feijão | 9.7 |
| Hortaliças | |
| folhosas | 2.0 |
| não folhosas | 6.3 |
| Frutas | 5.2 |
| Carnes | 5.7 |
| Ovos | 1.3 |
| Leite e derivados | 9.3 |
| Oleo | 3.8 |
| Miscelâneas | 3.6 |

*Fezes*

Foram coletadas diariamente após o quinto dia do experimento, e armazenadas em frascos individuais de polietileno à temperatura ambiente. Ao final do experimento, as fezes foram limpas, secas em estufa a 105°C, pesadas, pulverizadas em moinho de aço inox e conservadas em frascos de polietileno à temperatura ambiente, até análise de zinco.

*Carcaça*

**Após o sacrifício, os animais foram eviscerados sendo suas carcaças pesadas e secas em estufa a 105°C. Após desengorduradas e pulverizadas em moinho de aço inox, foram conservadas em frascos de polietileno à temperatura ambiente até análise.**

*Lavagem de Vidraria e Plásticos*

**A vidraria e plásticos utilizados durante o experimento foram cuidadosamente lavadas em banho de ácido nítrico a 30%, a fim de minimizar a contaminação por metais (20, 21).**

*Análise das Rações*

**As rações foram analisadas quanto ao teor de cada componente, em triplicata, segundo os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (20) e Association of Official Analytical Chemists (22).**

*Análise de Zinco*

**O teor de zinco foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica (Perkin Elmer, Mod. 460) por leitura direta, em soluções de amostras oxidadas por via seca a 550°C em mufla, solubilizadas com ácido nítrico, diluídas com água deionizada segundo método preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (20), e lidas nas condições de calibração especificadas para o zinco.**

*Avaliação da Biodisponibilidade de Zinco*

**Foram utilizados os seguintes parâmetros: 1 - Indice de absorção aparente de zinco (23) obtidos através da análise do zinco ingerido e excretado nas fezes. 2 - Nível de zinco na carcaça (24).**

*Análise Estatística*[4]

**Foram realizadas análises de variância ou teste de Tukey, teste de Brown-Forsythe ou Schefé e coeficiente de correlação.**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Os resultados obtidos neste experimento encontram-se nas Tabelas de 3 a 5.**

---

4 Realizada pelo Departamento de Estatística do IME/USP.

*Composição das Rações*

As rações apresentaram a composição contida na Tabela 3. Pode-se observar que as rações apresentaram-se isocalóricas, isoprotéicas e com o mesmo teor de zinco, diferindo apenas quanto ao teor de lipídeos e fibra. Embora o teor de lipídios da ração DRSP tenha sido inferior ao da ração CA, o nível obtidos é considerado adequado pela National Research Council (18), e o valor calórico das rações foi semelhante. Quanto ao teor de fibra, as recomendações para ratos variam de 1 a 10% (18-22), portanto os níveis foram adequados.

TABELA 3

COMPOSIÇÃO DAS RAÇÕES À BASE DE CASEINA (CA) E À BASE DA DIETA REGIONAL DE SÃO PAULO (DRSP)

| Componentes | | DRSP | CA |
|---|---|---|---|
| Energia | (kcal) | 379.1 | 389.0 |
| Umidade | (%) | 5.6 | 9.6 |
| Proteína | (%) | 11.5 | 11.8 |
| Lipídios | (%) | 5.6 | 8.0 |
| Carboidratos | (%) | 70.7 | 65.5 |
| Fibra | (%) | 3.9 | 1.1 |
| Minerais totais | (%) | 2.7 | 3.0 |
| Zinco | (mg/kg) | 11.1 | 11.6 |

*Características dos Animais*

Os animais dos grupos controle 1 e 2 mostraram-se bastante ativos e dóceis, tendo apresentado pelagem brilhante espessa e limpa durante o experimento, enquanto que os animais do grupo experimental apresentaram pelagem sem brilho, suja e rarefeita. Alguns animais apresentaram uma acentuada perda de pelo na região dorsal, entretanto, como este não é um sinal patognomonico da deficiência de zinco, não podemos afirmar que tenha existido tal deficiência baseados neste sinal.

*Avaliação da Biodisponibilidade de Zinco*

1. *Ingestão, excreção, absorção e índice da absorção aparente de zinco* (Tabela 4). Verificamos que os valores de zinco ingeridos pelos grupos experimental e controle 1 "pair feeding" não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si, e foram menores que os do grupo controle 2, *ad libitum* ($p < 0.05$), de acordo como esperado. Também, observamos um aumento na excreção fecal de zinco no

## TABELA 4

**VALORES MÉDIOS E DESVIOS PADRÃO DO ZINCO INGERIDO (znI) FECAL (ZnF) E ABSORVIDO (ZnA) DO INDICE DE ABSORÇÃO APARENTE DE ZINCO (IAapZn) EM ANIMAIS ALIMENTADOS COM RAÇÕES À BASE DE CASEINA (CA) E DA DIETA REGIONAL DE SÃO PAULO (DRSP) DURANTE 60 DIAS DE EXPERIENCIA**

| Grupos | Zinco (mg) | | | IAapZn |
|---|---|---|---|---|
| | Ingerido | Fecal | Absorvido | ZnA/ZnI . 100 |
| Experimental *ad libitum* (DRSP) | a 7.0 ± 0.4 (6)* | a 6.2 ± 0.5 (6) | a 0.8 ± 0.5 (6) | a 11.10 ± 7.31 (6) |
| Controle 1 "pair feeding" (CA) | a 7.3 ± 0.0 (6) | b 3.0 ± 0.3 (6) | b 4.3 ± 0.4 (6) | b 58.35 ± 4.28 (6) |
| Controle 2 *ad libitum* (CA) | b 12.8 ± 1.0 (6) | a 5.1 ± 1.2 (6) | c 7.7 + 1.2 (6) | a 60.05 ± 7.94 (6) |

**Em cada coluna os valores com subscrito diferente são significativamente diferentes, ao nível de $p < 0.05$.**

* **Número de animais.**

grupo experimental, provavelmente devido à presénça de outros componentes da dieta como fibra, fitato, oxalatos, bem como da interação com outros metais. O aumento da excreção de zinco no grupo controle 2, *ad libitum*, deveu-se provavelmente ao aumento da ingestão destes elemento e ao maior volume de fezes eliminadas.

A absorção de zinco foi menor para o grupo experimental, sendo 19% do obtido para o grupo controle 1 "pair feeding" e 18.4% do grupo controle 2, *ad libitum*.

O índice de absorção aparente de zinco foi menor para o grupo experimental (11%) e maior para os grupos controle (59%). Os resultados obtidos para a DRSP estão de acordo com os de outros autores (25-27), que obtiveram valores compreendidos entre 9 e 31% para

alimentos isolados e dietas mistas.

A regressão linear entre a quantidade de zinco ingerida e absorvida demonstrou a existência de uma tendência de elevação da absorção com o aumento da ingestão de zinco (y = -4.061 + 0.920X), havendo uma correlação altamente significativa (n=18, r=0.866, p ≤ 0.005).

2. *Nivel de zinco na carcaça* (Tabela 5) - Os valores obtidos apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os grupos sendo menores para o grupo experimental e maiores para os grupos controle 1 "pair feeding" e 2, *ad libitum*. Os valores de zinco total na carcaça também foram estatisticamente diferentes para todos os grupos. A regressão linear entre a quantidade absorvida e o nível

TABELA 5

VALORES MÉDIOS E DESVIOS PADRÃO DO PESO DA CARCAÇA SECA, NIVEL DE ZINCO EM kg/g DE CARCAÇA SECA, ZINCO TOTAL NA CARCAÇA DOS ANIMAIS SACRIFICADOS NO INÍCIO DA EXPERIENCIA E DOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO À BASE DE CASEINA (CA) E DA DIETA REGIONAL DE SÃO PAULO (DRSP) DURANTE 60 DIAS DE EXPERIENCIA

| Grupos | Carcaça seca (g) | | Zinco μg/g de carcaça seca | | Zinco Carcaça (mg) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zero | a 9.8 ± 0.6 | (10)* | a 92.80 ± 3.31 | (10) | a 0.98 + 0.17 | (10) |
| Experimental *ad libitum* (DRSP) | b 46.3 ± 8.8 | (6) | a 94.39 ± 4.26 | (6) | b 4.10 + 0.61 | (6) |
| Controle 1 "pair feeding" (CA) | b 55.0 ± 3.0 | (6) | b 116.06 ± 4.36 | (6) | c 6.53 + 0.64 | (6) |
| Controle 2 *ad libitum* (CA) | c 82.8 ± 5.2 | (6) | c 123.58 ± 8.83 | (6) | d 10.22 + 2.96 | (6) |

Em cada coluna os valores com subscritos diferentes são significativamente diferentes, ao nível de p = ≤ 0.05.

* Número de animais.

**total de zinco na carcaça, demonstrou tendência de elevação do nível deste elemento na carcaça com o aumento da absorção de zinco ($Y = 4.122 + 0.567X$), houve correlação significativa ($n=18, r=0.9023, p=0.05$). Nossas observações concordam com os resultados obtidos por outros autores (27-30), em que ratos, submetidos à deficiência de zinco, apresentaram redução na concentração deste elemento na carcaça, e quanto maior a quantidade ingerida de zinco, maior sua concentração.**

## CONCLUSÕES

**Com base no exposto, podemos concluir que a biodisponibilidade de zinco na DRSP foi baixa e existiu correlação positiva significativa entre a quantidade de zinco absorvida e o nível de zinco na carcaça.**

## SUMMARY


### ZINC BIOAVAILABILITY IN THE REGIONAL DIET OF SÃO PAULO

**Zinc bioavailability in the diet of the population of São Paulo area, with income lower than two minimum salaries, was studied in Wistar rats, recently weaned, with an average weight of 47.0 g. Three groups formed the experimental protocol: for 60 days. The experimental groups was fed *ad libitum* with a diet based on the diet of São Paulo (DRSP), control 1 - "pair feeding" and control 2, *ad libitum*, with a diet of casein supplemented with methionine (CA). The diets contained 11% protein and 11 mg of zinc per kg of diet. To investigate zinc bioavailability, the apparent zinc absorption index and zinc content in the carcass, were used. Zinc bioavailability in the DRSP diet is low in comparison to the control diet CA. A significantly positive correlation between zinc intake and zinc level in the carcass, was observed.**


## BIBLIOGRAFIA


1. Prasad, A.S., J.A. Halsted & M. Nadim. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. **Am. J. Med., 31**: 532-538, 1961.
2. Hambidge, K.M. *et al.* Low levels of zinc in hair: Anorexia, poor growth and hypogeusia in children. **Pediatr. Res., 6**: 868-874, 1972.
3. Greger, I.L. *et al.* Nutritional status of adolescent girls in regard to zinc, copper and iron. **Am. J. Clin. Nutr., 31**: 269-275, 1978.
4. McKenzie, J.M. Content of zinc in serum, urine, hair and nails of New Zeland adults. **Am. J. Clin. Nutr., 32**: 507-509, 1979.
5. Hambidge, K.M. *et al.* Zinc nutritional status during pregnancy: A longitudinal study. **Am. J. Clin. Nutr., 37**: 429-442, 1983.

6. Latta, D. & M. Liebman. Iron and zinc status of vegetarians and nonvegetarian males. **Nutr. Reps. Internat., 30**: 141-149, 1984.
7. Shinha, N. & E.R. Gabbieli. Serum copper and zinc levels in various pathologic conditions. **Am. J. Clin. Pathol., 54**: 570-577, 1970.
8. Prasad, A.S. Clinical, biochemical and nutritional spectrum of zinc deficiency in human subjects: An update. **Nutr. Revs., 41**: 197-208, 1983.
9. Bindra, G. The role of zinc in human nutrition. **Nutr. Food Sci., 98**: 17-18, 1986.
10. Fernández-Madrid, F., A.S. Prasad & D. Oberleas. Effect of zinc deficiency on nucleic acids, collagen, and non-collagenous proteins of connective tissue. **J. Lab. Clin. Med., 82**: 951-961, 1973.
11. Prasad, A.S. A century of research on the metabolic role of zinc. **Am. J. Clin. Nutr., 22**: 1215-1221, 1969.
12. Parisi, A.F. & B.L. Vallee. Zinc metalloenzymes: Characteristics and significance in biology and medicine. **Am. J. Clin. Nutr., 22**: 1222-1239, 1969.
13. O'Dell, B.L. Effect of dietary components upon zinc availability. **Am. J. Clin. Nutr., 22**: 1315-1322, 1969.
14. Henkin. R.I. & R.L. Aamodt. A redefinition of zinc deficiency. In: **Nutritional Bioavailability of Zinc. Am. Chem. Soc., 1983, p. 82-105.**
15. Araujo, D.S. & R. Shrimpton. Padrão alimentar e consumo de zinco, vitamina A e ferro em pré-escolares, num bairro pobre de Manaus, 1979. **Acta Amazonica, 11**: 591-597, 1982.
16. Shrimpton, R. *et al.* Estudo sobre o estado nutricional em relação ao zinco na Amazonia. I - Níveis de zinco no soro e ingestão de zinco em operários de Manaus, 1978. **Acta Amazonica, 13**: 73-94, 1983.
17. Donangelo, C.M. & C.E. Azevedo. Zinco sérico em crianças brasileiras de famílias de baixa renda. **Arch. Latinoamer.. Nutr., 34**: 290-297, 1984.
18. Committee on Laboratory Animal Diets / Assembly of Life Sciences National Research Council. Control of diets in laboratory animal experimentation. **Nutr. Abstr. Rev., 49**: 413-419, 1979.
19. Fundação Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (FIBGE). **Indicadores Sociais. Relatório, 1979**. 1977, 100 p.
20. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** 3a. ed. Vol. 1, São Paulo, 1985, 533 p.
21. Lewis, L.L. Atomic absorption spectrometry, applications and problems. **Anal. Chem., 40**: 28-47, 1968.
22. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 14 ed. Washington, D.C., The Association, 1984, 1141 p.
23. O'Dell, B.L. Bioavailability of trace elements. **Nutr. Revs., 42**: 301-308, 1984.
24. Evans, G.W. & P.E. Jonhson. Determination of zinc availability in foods by the extrinsic label technique. **Am. J. Clin. Nutr., 30**: 873-878, 1977.
25. Sandstron, B. & A. Cederblad. Zinc absorption from composite meals. II. Influence of the main protein source. **Am. J. Clin. Nutr., 33**: 1778-1783, 1980.
26. Solomons, N.W. Factors affecting the bioavailability of zinc. **J. Am. Diet. Assoc., 80**: 115-120, 1982.
27. Davies, N.T. & R. Nightingale. The effects of phytate on intestinal absorption and secretion of zinc, and whole body retention of zinc, copper, iron and manganese in rats. **Br. J. Nutr., 34**: 243-258, 1975.
28. Forbes, R.M. & M. Yohe. Zinc requeriment and balance studies with the rat. **J. Nutr., 70**: 53-57, 1960.
29. Murray, E.J. & H.H. Messer. Turnover of bone zinc during normal and accelerated

bone loss in rats. J. Nutr., 111: 1641-1647, 1981.
30. Reinhold, J.G., G.A. Kfoury & T.A. Thomas. Zinc, copper and iron concentration in hair and other tissues: Effects of low zinc and low protein intake in rats. J. Nutr., 92: 173-182, 1967.