

## DENSIDADE DO FERRO BIODISPONÍVEL EM UMA DIETA HABITUAL NO ESTADO DE SÃO PAULO \*

Sophia Cornbluth Szarfarc \*\*

---

SZARFARC, S. C. Densidade do ferro biodisponível em uma dieta habitual no Estado de São Paulo. Rev. Saúde públ., S. Paulo, 17:290-6, 1983.

**RESUMO:** O conhecimento do potencial de biodisponibilidade de ferro da dieta de uma população é imprescindível na implantação de um programa de fortificação com esse mineral. A quantificação da capacidade de absorção do ferro dietético foi efetuada em três refeições, habituais entre os paulistas: desjejum (pão, margarina, café com açúcar), almoço (arroz, feijão, carne e café com açúcar) e jantar (arroz, feijão, ovo frito, café com açúcar), servidas a 28 indivíduos adultos, de ambos os sexos, aparentemente saudáveis. As densidades do ferro biodisponível (dFeB) nas refeições estudadas foram: desjejum dFeB = 0,23; almoço dFeB = 0,73 e jantar dFeB = 0,28. Os valores encontrados, bastante inferiores aos adequados para suprir o requerimento de ferro da mulher, sugerem que a fortificação não é estratégia efetiva no controle da anemia ferropriva, quando aplicada às refeições de composição igual àquelas estudadas.

**UNITERMOS:** Ferro. Dieta. Inquéritos nutricionais, Estado de São Paulo, Brasil.

---

### INTRODUÇÃO

A baixa densidade de ferro \*\*\* da dieta consumida em relação à recomendada, especialmente entre mulheres e crianças, explica, em grande parte, a elevada prevalência com que a anemia ocorre nesses grupos populacionais.

O fornecimento de ferro e de energia, pelos diversos grupos de alimentos, para a população do Estado de São Paulo <sup>3</sup> (Tabela 1), mostra que o valor da densidade do ferro \*\*\* dFe = 6, é comum a toda a população e satisfaz as necessidades dela como um todo (14mg Fe/2.400 kcal). Este valor porém, está longe de atingir o recomendado pelo National Research Council <sup>9</sup> para a

mulher adulta, dFe = 8,6 (18 mg Fe/2.100 kcal) e mais distante ainda do recomendado pela FAO e adaptado por Martins <sup>8</sup> para a mulher brasileira (28mg Fe/2.150 kcal) dFE = 13,3.

A fortificação de alimentos com ferro é uma estratégia importante na modificação dessas distorções, permitindo alterar o teor do nutriente mantendo seu conteúdo energético.

O valor da densidade de ferro <sup>11</sup>, embora sendo indicador sensível do mineral disponível por unidade energética, não pode ser utilizado na determinação da quantidade do

---

\* Trabalho realizado em convênio com Instituto Venezuelano de Investigaciones Científicas/Universidade das Nações Unidas (IVIC/UNU).

\*\* Do Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo — Av. Dr. Arnaldo, 715 — 01255 — São Paulo, SP — Brasil.

\*\*\* (mg de ferro da dieta/calorias da dieta) x 1.000 <sup>11</sup>.

T A B E L A 1

Consumo de energia e ferro, per capita, diário, e densidade de ferro, segundo grupos de alimentos, distribuídos por classe de despesa familiar, em salários mínimos mensais (SM), São Paulo, 1975.

Grupo de Alimentos		Despesas mensais por família (SM)					
		Todas as classes	< 1,0	≥ 1,0 < 1,75	≥ 1,75 < 2,5	≥ 2,5 < 3,5	≥ 3,5
Cereais	W(kcal)	861	782	774	915	966	1.051
	Fe(mg)	3,5	3,2	3,1	3,7	3,9	4,3
Tubérculos	W(kcal)	48	40	38	45	53	70
	Fe(mg)	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8
Açúcar	W(kcal)	303	297	260	297	315	414
	Fe(mg)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Leguminosas	W(kcal)	193	240	200	204	202	206
	Fe(mg)	4,3	5,4	4,5	4,6	4,5	4,6
Hortaliças	W(kcal)	28	17	18	24	30	47
	Fe(mg)	0,9	0,5	0,6	0,7	1,0	1,5
Frutas	W(kcal)	43	9	17	31	43	93
	Fe(mg)	0,6	0,1	0,2	0,4	0,6	1,3
Carnes	W(kcal)	184	73	104	165	206	320
	Fe(mg)	2,4	0,9	1,4	2,1	2,7	4,2
Ovos	W(kcal)	27	17	21	27	33	38
	Fe(mg)	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Leite e derivados	W(kcal)	123	50	69	100	131	237
	Fe(mg)	0,2	6,1	0,1	0,2	0,2	0,4
Gorduras	W(kcal)	345	333	313	391	381	434
	Fe(mg)	0	0	0	0	0	0
Total	W(kcal)	2.155	1.858	1.814	2.159	2.360	2.910
	Fe(mg)	13,1	11,1	10,9	12,9	14,3	18,1
	dFe	6,1	6,0	6,0	6,0	6,1	6,2

Fonte: Estimado a partir dos dados apresentados nas Tabelas 5.9.2 e 5.12.2 do Perfil estatístico de crianças e mães no Brasil (Fundação IBGE).

nutriente que deve ser acrescido ao alimento para adequá-lo às necessidades de consumo devido à forte dependência que a absorção do ferro dietético guarda com a qualidade dos alimentos presentes na refeição. Como pode ser observado na Tabela 1, embora o valor da dFe seja semelhante para as diversas classes de despesa familiar, o consumo de alimentos que melhoram a absorção do ferro, como carnes e frutas ricas em ácido ascórbico, aumenta à medida em que a família se insere em níveis mais elevados de despesas correntes. Essa distri-

buição de alimentos permite pressupor que a percentagem de absorção de ferro, entre as famílias mais pobres, é menor.

Assim, um primeiro passo em direção à implantação de programa de fortificação com ferro é, obrigatoriamente, a identificação do potencial de absorção do ferro contido em refeições habituais entre a população alvo, onde o alimento que se pretende fortificar esteja presente.

O objetivo deste trabalho foi o de quantificar a densidade do ferro biodisponível<sup>5</sup>

(dFe B) nas refeições habituais entre os paulistas (desjejum, almoço e jantar), com vistas a contribuir no estabelecimento de bases para um programa de fortificação com ferro. A dFeB é definida com a quantidade de ferro (mg) absorvida por 1.000 kcal por indivíduos que absorvem 40% da dose, Fe/ascorbato, de referência<sup>5</sup>.

#### METODOLOGIA

##### 1. Refeições estudadas

Os alimentos que compuseram as refeições estudadas foram estabelecidos com base nos inquéritos alimentares realizados pelo Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo\*.

Eles foram assim constituídos:

Desjejum — pão (55 g), margarina (8 g), açúcar (9 g) e café (50 ml, 6%);

Almoço — arroz (59 g), feijão (44 g), carne (56 g), tomate (9 g), salsa (1 g), óleo (20,4 g), açúcar (9 g) e café (50 ml, 6%);

Jantar — arroz (61 g), feijão (44 g), ovo (60 g), cebola (5,1 g), óleo (17,6), açúcar (9 g) e café (50 ml, 6%).

Os teores de energia e ferro das três refeições foram:

Desjejum — 266 kcal e 1,01 mg de Fe não-heme.

Almoço — 723 kcal 5,48 mg de Fe não-heme e 0,9 mg de Fe heme.

Jantar — 651 kcal e 5,70 mg de Fe não-heme.

##### 2. Amostra

Participaram da pesquisa 28 voluntários, aparentemente saudáveis, com 18 anos ou mais. A determinação dos seus volumes sanguíneos foi feita pela tabela de Tulane<sup>10</sup> que leva em consideração sexo, peso e idade.

##### 3. Absorção de ferro

Para cada um dos indivíduos amostrados foram feitas 4 medidas de absorção de ferro<sup>4,6</sup> sendo 3 para as refeições acima descritas e a 4ª medida para a absorção do ferro de uma dose-referência ingerida como uma solução de 3 mg de ferro-ascorbato. A medida do ferro absorvido e do contido nas refeições foi feita pelo método de Dern e Hart<sup>1,2</sup> modificado.

A experiência seguiu o modelo proposto por Layrisse e col.<sup>7</sup>, em 1974 e é descrita a seguir:

1º dia — ingestão do desjejum marcado com cerca de 0,6  $\mu$ Ci de <sup>59</sup>Fe

2º dia — ingestão do almoço marcado com cerca de 2,0  $\mu$ Ci de <sup>59</sup>Fe

15º dia — colheita de sangue para medidas de absorção do ferro ingerido nas 2 refeições

— ingestão do jantar marcado com cerca de 0,6  $\mu$ Ci de <sup>59</sup>Fe

16º dia — ingestão da dose-referência de Fe-ascorbato marcado com cerca de 2,0  $\mu$ Ci de <sup>59</sup>Fe

30º dia — colheita de sangue para medidas de absorção de ferro.

Os indivíduos amostrados foram orientados para chegarem, nos dias determinados para a pesquisa, em jejum e não consumirem qualquer alimento até 3 horas após a ingestão das refeições marcadas.

#### RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Vários alimentos vêm sendo utilizados como veículo para nutrição com ferro; o açúcar, selecionado, por nós, como o mais indicado para tal finalidade, apresenta algumas vantagens sobre outros alimentos.

\* Grande proporção de famílias consomem refeições como as descritas, conforme observado entre os 1.310 inquéritos familiares realizados entre 1969-1972. Dados inéditos.

\*\* Dosagens realizadas no Laboratório de Fisiopatologia do Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

T A B E L A 2

Absorção de Fe em três refeições habituais entre a população do Estado de São Paulo e em dose-referência.

Identificação	Dose-referência (55Fe)	Desjejum (55Fe)	Almoço (55Fe)	Jantar (55Fe)
1	27,9	0,3	2,3	3,0
2	23,4	0,1	0,2	0,3
3	49,3	4,8	6,0	8,7
4	69,6	3,7	8,7	7,1
5	42,5	7,2	11,5	4,5
6	34,9	3,1	2,0	0,1
7	24,2	2,3	0,4	2,4
8	17,6	3,5	5,2	5,2
9	1,4	2,7	1,3	0,0
10	9,1	9,4	6,2	0,9
11	36,8	18,3	15,4	2,5
12	4,1	0,9	1,1	2,3
13	7,0	2,7	5,3	0,9
14	2,4	1,8	2,1	0,5
15	39,9	6,4	3,6	3,5
16	24,2	11,3	8,0	3,8
17	13,0	0,6	0,5	0,6
18	19,7	8,1	5,3	2,2
19	12,6	4,1	1,6	0,6
20	38,9	8,6	4,9	0,9
21	57,6	6,0	2,6	4,4
22	37,4	7,8	8,1	1,3
23	12,1	0,7	0,1	1,1
24	16,1	1,5	1,0	0,7
25	43,7	3,2	0,7	1,8
26	36,4	6,3	11,9	1,6
27	0,9	1,1	2,7	0,1
28	33,9	4,0	1,8	3,1

Seu consumo é generalizado e a quantidade com que é ingerido é razoavelmente homogênea entre a população com até 3,5 salários mínimos de despesa corrente (Tabela 1) e, principalmente, não contém substâncias que interfiram com a absorção do ferro <sup>55</sup>.

O açúcar é utilizado na alimentação sob várias formas e o resultado de sua fortificação com ferro varia dependendo da mistura onde ele esteja presente. Os refrigerantes, por exemplo, tem a absorção melhorada em cerca de 40% enquanto a mistura café-leite reduz a percentagem de aproveitamento do mineral e o suco de laranja triplica o mesmo <sup>6</sup>.

Nas três refeições estudadas, nas quais o açúcar participou como adoçante do café, foram obtidas as percentagens de absorção do ferro observadas na Tabela 2.

A absorção de ferro não hemínico de uma dada refeição e a absorção do ferro-ascorbato da dose referência, em diferentes indivíduos, guardam, uma relação linear entre si. Assim, é possível obter através da inclinação da reta de regressão construída com essas duas medidas um índice de biodisponibilidade do ferro não hemínico. Para torná-lo mais simples, Hallberg <sup>5</sup> propôs expressá-lo em função de um valor único de absorção da dose de referência — 40% (valor que corresponde à absorção

T A B E L A 3

Biodisponibilidade de ferro em três refeições habituais no Estado de São Paulo.

Refeição	W kcal	Ferro ingerido		Ferro absorvido				D Fe B
		Não-heme (mg)	Heme (mg)	Não-heme (%)	Heme (%)	Não-heme (mg)	Heme (mg)	
Desjejum	266	1,01	—	5,87	—	0,06	—	0,23
Almoço	723	5,48	0,90	5,48	25,0	0,30	0,23	0,73
Jantar	651	5,70	—	3,39	—	0,19	—	0,28

de ferro da dose-referência em um indivíduo com deficiência de ferro-não anêmico).

Quanto mais severa a deficiência de ferro dos indivíduos, maior é a proporção de absorção do ferro ingerido. Assim, a fixação do valor 40% é importante porque, caracterizando uma situação orgânica de depleção marcial máxima e concentração normal de hemoglobina, especifica as condições fisiológicas correspondentes àquele índice de absorção de ferro referido.

Estimando os parâmetros para as retas de regressão, onde  $x$  = absorção de ferro da dose-referência e  $y$  = absorção de ferro da refeição, obtivemos os seguintes resultados:

Para o desjejum

$$y = 0,08 \cdot x + 2,67$$

$$\text{Quando } x = 40\% \quad y = 5,87\%$$

Para o almoço

$$y = 0,09 \cdot x + 1,88$$

$$\text{Quando } x = 40\% \quad y = 5,48\%$$

Para o jantar

$$y = 0,08 \cdot x + 0,19$$

$$\text{Quando } x = 40\% \quad y = 3,39\%$$

A partir desses valores foi possível calcular a densidade de ferro biodisponível<sup>5</sup> (Tabela 3).

O valor nutritivo de uma refeição em relação a um nutriente é função da sua

capacidade de suprir nas necessidades de cada grupo populacional; o dFeB<sup>5</sup> permite prever esse valor para o ferro.

Como um exemplo desse poder do dFeB calculamos a capacidade de fornecimento de ferro da dieta estudada, para o homem-tipo e mulher-tipo brasileiros<sup>8</sup> pressupondo adequação do consumo energético (distribuídos em 20% no desjejum e 40% no almoço e no jantar).

Considerando que a necessidade diária de absorção de ferro do homem é de 1 mg, a dieta estudada, consumida em quantidade adequada, estaria apta a satisfazê-la.

A dieta apresentada estima para a mulher a absorção de 1 mg de ferro, valor bastante inferior ao necessário para atender à demanda de 90% das mulheres, 2,2 mg<sup>4</sup>.

Esses resultados sugerem que a fortificação do açúcar com ferro não é uma estratégia eficaz no combate à anemia, uma vez que é baixo o índice de biodisponibilidade de ferro (Tabela 4). Para obter um aumento do valor dFeB compatível com a necessidade da mulher seria preciso adicionar 5 mg de ferro a cada refeição (Tabela 5).

Tal aumento de ferro redundaria em um consumo muito elevado do mineral entre outros grupos populacionais que, sem dúvida, ficariam predispostos à siderose.

T A B E L A 4

Estimativa da quantidade de ferro absorvida em três refeições.

Refeição	W (kcal)	Homem-tipo Fe(mg)		W(kcal)	Mulher-tipo Fe(mg)	
		Ingerido	Absorvido		Ingerido	Absorvido
Desjejum	580	2,20	0,13	430	1,63	0,10
Almoço	1.160	10,23	0,85	860	7,59	0,63
Jantar	1.160	10,16	0,34	860	7,53	0,25
Total	2.900	22,59	1,32	2.150	16,75	0,98

T A B E L A 5

Estimativa da quantidade de ferro absorvida, pela mulher-tipo após adição de 5 mg de ferro a cada refeição.

Refeição	W(kcal)	Mulher-tipo Fe(mg)	
		Ingerido	Absorvido
Desjej. m	430	6,63	0,57
Almoço	860	12,59	1,09 *
Jantar	860	12,53	0,48
Total	2.150	31,75	2,14

\* 0,41 mg deste total são de ferro heme.

É necessário, pois, tentar outras alternativas, que não a fortificação do açúcar, no combate à anemia ferropriva dada a baixa biodisponibilidade de ferro da dieta habitual entre a população do Estado de São Paulo.

#### CONCLUSÕES

O estudo da biodisponibilidade de ferro de uma dieta habitualmente consumida entre a população do Estado de São Paulo permitiu as seguintes conclusões:

— A densidade de ferro biodisponível em refeição contendo pão, margarina e café adoçado com açúcar (266 kcal e 1,01 mg Fe não-heme) é 0,23; da refeição contendo arroz + feijão + carne e café com açúcar (723 kcal, 5,48 mg Fe não-

-heme e 0,9 mg Fe heme) é 0,73; a substituição de carne por ovo na refeição anterior (651 kcal e 5,70 mg Fe não-heme) diminui a biodisponibilidade do mineral para  $dFeB = 0,28$ .

— A dieta estudada, se consumida em quantidade adequada energeticamente, permite suprir a necessidade de ferro do homem.

— A dieta estudada, se consumida em quantidade que permita satisfazer a necessidade energética da mulher, não supre seu requerimento de ferro.

— Os resultados observados sugerem que, considerando o hábito alimentar, a fortificação do açúcar com ferro não é uma estratégia adequada no combate à anemia ferropriva.

SZARFARC, S. C. [Bioavailable iron density in a customary diet in S. Paulo State, Brazil]. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 17:290-6, 1983.

**ABSTRACT:** A knowledge of the bioavailability of dietary iron is indispensable to the promotion of an iron fortification program. The quantification of that property was determined for three common meals, breakfast (bread, margarine, coffee with sugar), lunch (rice, beans, meat, coffee with sugar) and dinner (rice, beans, fried egg, coffee with sugar) served to 28 apparently healthy adults of both sexes. The bioavailable iron density (dFe B) found was: breakfast — dFe B = 0,23; lunch — dFe B = 0,73 and dinner — dFe B = 0,28. These results, insufficient to supply the iron required by women, suggest that fortification is not an effective strategy for control of iron deficiency anemia if applied to meals like those studied.

**UNITERMS:** Iron. Diet. Nutrition, surveys, S. Paulo State, Brazil.

---

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DERN, R.J. & HART W.L. Studies with doubly labeled iron. I — Simultaneous liquid scintillation counting of isotopes  $^{55}\text{Fe}$  and  $^{59}\text{Fe}$  as ferrous perchlorate. *J. Lab. clin. Med.*, 57:322-30, 1961.
  2. DERN, R.J. & HART W.L. Studies with doubly labeled iron. II — Separation of iron from blood samples and preparations of ferrous perchlorate for liquid scintillation counting. *J. Lab. clin. Med.*, 57:460-7, 1961.
  3. FUNDAÇÃO IBGE. *Perfil estatístico de crianças e mães no Brasil*. Rio de Janeiro, 1979.
  4. HALLBERG, L. Bioavailability of dietary iron in man. *Ann. Rev. Nutr.*, 1:123-47, 1981.
  5. HALLBERG, L. Bioavailable nutrient density: a new concept applied in the interpretation of food iron absorption data. *Amer. J. clin. Nutr.*, 34:2.242-7, 1981.
  6. INTERNATIONAL NUTRITIONAL ANEMIA CONSULTATIVE GROUP. *Guidelines for the eradication of iron anemia: a report*. New York, the Nutrition Foundation Inc., 1977.
  7. LAYRISSE, M. et al. Measurement of the total daily dietary iron absorption by the extrinsic tag model. *Amer. J. clin. Nutr.*, 27:152-62, 1974.
  8. MARTINS, I.S. Requerimentos de energia e nutrientes da população brasileira. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 13 (supl. 1):1-20, 1979.
  9. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Recommended dietary allowances*. 9th ed. Washington, D.C., 1980.
  10. NADLER, S.B. et al. The Tulane table of blood volume in normal man. *Survey*, 51:224-32, 1962.
  11. WITTNER, A.J. et al. Nutrient density. evaluation of nutritional attributes of foods. *J. Nutr. Educ.*, 9:26-30, 1977.
- Recebido para publicação em 20/12/1982*  
*Aprovado para publicação em 15/03/1983*