

# Fortificação alimentar com ferro

## Alimentary fortification using iron

### Fortalecimiento alimenticio utilizando el hierro

*Francisco Plácido Nogueira Arcaño\**

*Olga Maria Silverio Amancio\*\**

*Josefina Aparecida Pellegrini Braga\*\*\**

**RESUMO:** A deficiência de ferro é a mais comum e largamente distribuída desordem nutricional do mundo e é um problema de saúde pública em países em desenvolvimento. A deficiência de ferro é o resultado de balanço negativo desse mineral ao longo do tempo. Por sua vez, a anemia ferropriva é a forma mais grave da deficiência de ferro, ocorrendo após um longo período de deficiência desse elemento, quando os estoques já foram depletados, e depois da diminuição do ferro bioquímico. A anemia é definida como nível de hemoglobina no sangue abaixo de -2DP para dada população normal sobre outros aspectos e com mesmo sexo e idade. Os valores que definem anemia variam com estado fisiológico, idade, sexo, gravidez e altitude e são definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como Hb < 11g/dL para menores de seis anos e gestantes; Hb < 11,5g/dL para crianças de seis a onze anos, Hb < 12g/dL para crianças de seis a quatorze anos e mulheres; Hb < 12g/dL para mulheres maiores de quinze anos, não gestantes e Hb < 13g/dL para homens adultos. A fortificação deve ser um instrumento não só para corrigir deficiências, mas para garantir à população a ingestão adequada de micronutrientes, especialmente para a faixa pediátrica, na qual as necessidades são relativamente maiores em função do crescimento. Sobre essa importância, o Banco Mundial, referindo-se à fortificação de alimentos como estratégia de combate à deficiência de micronutriente no mundo, afirma que "nenhuma outra tecnologia oferece oportunidade de melhorar vidas a tão baixo custo e em tão curto espaço de tempo".

**PALAVRAS-CHAVE:** Anemia Ferropriva. Apoio Nutricional. Ferro na Dieta.

**ABSTRACT:** Iron deficiency is the most common and widely distributed nutritional clutter in the world, and it is a problem of public health in developing countries. Iron-deficiency is the result of negative balance of this mineral throughout time. Iron-deficiency anemia is the most serious type of iron deficiency, occurring after a long period of deficiency of this element, when supplies had already been depleted and after the reduction of biochemical iron. Anemia is defined as a level of blood hemoglobin below -2DP for a population normal regarding other aspects and with equal sex and age. The values that define anemia vary with physiological state, age, sex, pregnancy and altitude and are defined by the World Health Organization (OMS) as Hb < 11g/dL for less than six-years old children and pregnant women; Hb < 11,5g/dL for children from 6 to 11 years old, Hb < 12g/dL for children from 6 to 14 years and women; Hb < 12g/dL for women more than 15 years old, non pregnant women and Hb < 13g/dL for adult men. Fortification must be an instrument for not only correct deficiencies but also to guarantee the population an adequate supply of micronutrients, especially for the pediatric group, in which necessities are relatively higher due to growth. On the importance of this the World Bank mentioning food fortification as a strategy for combating micronutrient deficiency in the world, says that "no other technology offers a chance of improving lives for so low a cost and in so short a time span".

**KEYWORDS:** Anemia, Iron-Deficiency. Nutritional Support. Iron, Dietary.

**RESUMEN:** La deficiencia de hierro es el más común trastorno alimenticio extensamente distribuido en el mundo y es un problema de salud pública en países en vías de desarrollo. La deficiencia de hierro es el resultado del equilibrio negativo de este mineral a través del tiempo. La anemia por deficiencia de hierro es el tipo más serio de deficiencia de hierro, ocurriendo después de un largo periodo de deficiencia de este elemento, cuando las fuentes han sido agotadas ya y después de la reducción del hierro bioquímico. La anemia se define como un nivel de hemoglobina de la sangre bajo -2DP para una población normal respecto a otros aspectos y con el mismo sexo y edad. Los valores que definen la anemia varían con el estado fisiológico, la edad, el sexo, el embarazo y la altitud y son definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como Hb < 11g/dL para niños de menos de seis-años y mujeres embarazadas; Hb < 11,5g/dL para los niños a partir de los 6 hasta los 11 años, Hb < 12g/dL para los niños a partir de los 6 y hasta los 14 años y mujeres; Hb < 12g/dL para mujeres con más de 15 años, mujeres no embarazadas y Hb < 13g/dL para los hombres adultos. El fortalecimiento debe ser un instrumento para no sólo corregir las deficiencias sino también garantizar a la población una fuente adecuada de micronutrientes, especialmente para el grupo pediátrico, en el que las necesidades son relativamente más altas debido al crecimiento. Acerca de la importancia de esto, el Banco Mundial menciona el enriquecimiento de los alimentos como estrategia de lucha contra la deficiencia de micronutrientes en el mundo, diciendo que "ninguna otra tecnología ofrece una ocasión de mejorar las vidas con un coste tan bajo y en tan corto tiempo".

**PALABRAS LLAVE:** Anemia Ferropénica. Apoyo Nutricional. Hierro en la Dieta.

\* Médico. Doutor em Pediatria e Ciências Aplicadas à Pediatria pela Universidade Federal de São Paulo. Mestre em Medicina (Clínica Médica) pela Universidade Federal do Ceará. Professor assistente da Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Morfologia.

\*\* Nutricionista pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Doutora em Ciências (Fisiologia) pelo Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. Pós-doutora na área de Nutrição na Escola Paulista de Medicina. Livre-docente na área de Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo. Professora orientadora do Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Ciências Aplicadas à Pediatria, disciplina de Nutrologia do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo. E-mail: omsamancio.dped@epm.br

\*\*\* Médica pela Universidade Federal de São Paulo. Especialização em Pediatria e em Hematologia. Doutora em Pediatria e Ciências Aplicadas à Pediatria pela Universidade Federal de São Paulo. Mestre em Medicina (Hematologia) pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal de São Paulo.

## Introdução

A deficiência de ferro é a mais comum e largamente distribuída desordem nutricional do mundo e é um problema de saúde pública em países em desenvolvimento. A deficiência de ferro é o resultado de balanço negativo desse mineral ao longo do tempo. Por sua vez, a anemia ferropriva é a forma mais grave da deficiência de ferro, ocorrendo após um longo período de deficiência desse elemento, quando os estoques já foram depletados, e depois da diminuição do ferro bioquímico. A anemia é definida como nível de hemoglobina no sangue abaixo de -2DP para dada população normal sobre outros aspectos e com mesmo sexo e idade. Os valores que definem anemia variam com estado fisiológico, idade, sexo, gravidez e altitude e são definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como Hb < 11g/dL para menores de seis anos e gestantes; Hb < 11,5g/dL para crianças de seis a onze anos, Hb < 12g/dL para crianças de seis a quatorze anos e mulheres; Hb < 12g/dL para mulheres maiores de quinze anos, não gestantes e Hb < 13g/dL para homens adultos. A fortificação deve ser um instrumento não só para corrigir deficiências, mas para garantir à população a ingestão adequada de micronutrientes, especialmente para a faixa pediátrica, na qual as necessidades são relativamente maiores em função do crescimento. Sobre esta importância o Banco Mundial referindo-se à fortificação de alimentos como estratégia de combate à deficiência de micronutriente no mundo, afirma “que nenhuma outra tecnologia oferece oportunidade de melhorar vidas a tão baixo custo e em tão curto espaço de tempo”<sup>1</sup>.

## Fatores de risco para deficiência de ferro

Algumas condições são consideradas fatores de risco para a

deficiência de ferro, como: baixo consumo de ferro hemoglobínico geralmente encontrado em carnes, frangos e peixes; consumo inadequado de vitamina C; pobre absorção de ferro na dieta por alta concentração de fitatos e compostos fenólicos encontrados em legumes, cereais e café, chás e milho, respectivamente; períodos de vida em que há elevada necessidade de ferro, como crescimento e gravidez; perdas de sangue resultantes de menstruações abundantes ou parasitoses. Diminuição de outros micronutrientes, como vitamina A e B12, folato e riboflavina, também aumentam o risco de anemia. Presença de doenças agudas ou crônicas, tais como malária, também determinam menores níveis de hemoglobina<sup>2</sup>.

A biodisponibilidade e aproveitamento do ferro ingerido estão diretamente ligados ao hábito alimentar de uma população. Dietas monótonas baseadas em cereais, raízes e tubérculos, com ausência de carnes, peixes, aves e vitamina C e com presença de inibidores da absorção do ferro têm baixa biodisponibilidade de ferro, variando de 1% a 9% de absorção. Dietas com cereais, raízes e tubérculos, mas com alguma quantidade de carnes, peixes, aves, frutas e vegetais ricos em vitamina C têm biodisponibilidade intermediária, com absorção entre 10% e 15% e dietas diversificadas contendo grande quantidade de alimentos de origem animal, além de alimentos ricos em ácido ascórbico geralmente possuem biodisponibilidade maior que 15%<sup>3</sup>.

## Consequências da deficiência de ferro

São efeitos adversos da deficiência de ferro: alterações cognitivas, comportamentais e físicas durante o crescimento na infância; alterações no estado imune transforman-

do a morbidade frente a infecções e à diminuição da capacidade física e produtividade no trabalho<sup>1</sup>.

A deficiência de ferro prejudica a cognição e o desempenho físico, aumenta a mortalidade materna e infantil<sup>4,5</sup> e reduz a resistência física<sup>6</sup>. Anemia grave está relacionada com aumento do risco para mortalidade materna e infantil<sup>2</sup>.

Foi estimado para dez países em desenvolvimento (Bangladesh, Índia, Paquistão, Mali, Tanzânia, Egito, Omã, Bolívia, Honduras e Nicarágua) que as perdas anuais decorrentes da diminuição da produtividade física devido à deficiência de ferro sejam 3,64 USD por pessoa, ou 0,81% PIB e que a mediana das perdas físicas e cognitivas seja 16,78 USD por pessoa ou 4,05% do PIB. Calcula-se que a perda de produtividade associada à anemia seja 5% em trabalhos leves, 17% para trabalhos pesados e 4% quando se envolvem todos os tipos de trabalhos<sup>7</sup>.

Além da diminuição da produtividade, existe um custo para o poder público e privado com as medidas terapêuticas no combate à anemia. A OMS questiona a possibilidade de formação de capital humano não qualificado em longo prazo devido ao menor desenvolvimento mental em crianças com anemia<sup>1</sup>.

Como o ferro é necessário para enzimas na síntese de tiroxina e para enzimas responsáveis pela mobilização de vitamina A do fígado, a ferropenia pode levar a alterações do metabolismo do iodo e vitamina A.

Há acervo crescente de evidência proveniente de estudos de revisão em animais e humanos que relacionam anemia por deficiência de ferro nos períodos iniciais da infância e alterações da inteligência em estágios posteriores da infância<sup>8,9</sup>.

Crianças maiores que dois anos anêmicas têm usualmente alteração na cognição e pior desempenho e rendimento escolar do que as não-anêmicas, levando ao fraco desempenho escolar<sup>9</sup>.

Em humanos, os estudos de Lozoff, et al<sup>10,11,12</sup>, avaliando e comparando crianças previamente anêmicas com não-anêmicas, utilizando escala de Bayley de desenvolvimento, revelou que as crianças previamente anêmicas mantinham persistente atraso no desenvolvimento mesmo após o tratamento prévio e cura da anemia quando avaliadas aos seis meses, cinco anos e dez anos após o evento inicial. Essas crianças mantinham-se com persistente menor escore no teste de Bayley mesmo muitos anos após o tratamento inicial da anemia, revelando possíveis sequelas permanentes. Lozoff, et al<sup>13</sup> também constataram que anormalidades do comportamento em crianças com anemia por deficiência de ferro eram rapidamente reversíveis com o tratamento. Crianças com deficiência de ferro eram funcionalmente mais isoladas e interagem menos com o ambiente, o que possivelmente acarretou maior atraso no desenvolvimento motor e cognitivo<sup>14</sup>.

### Diretrizes atuais de combate à Anemia Ferropriva

A OMS, em seu primeiro informe técnico sobre Anemia<sup>15</sup>, sugeria que sua prevenção e seu tratamento deveriam ter quatro abordagens: tratamento com antiparasitários; aumento da diversidade alimentar; suplementação de ferro; e fortificação dos alimentos. Segundo esse informe, a natureza do clima tropical seria um dos responsáveis pela grande prevalência de anemia nessa região. Por outro lado, reconhecia que inúmeras questões relativas

a natureza da anemia ferropriva necessitavam de maiores estudos. Atualmente a OMS reconhece que anemia é um grave problema de saúde pública, principalmente em países em desenvolvimento, acometendo cerca de 1/3 da população mundial, aproximadamente 2 bilhões de indivíduos<sup>2,16</sup>.

A abordagem atual de prevenção e tratamento da anemia por deficiência de ferro consiste em: diversificação da dieta com alimentos de melhor biodisponibilidade, suplementação e fortificação. A fortificação é largamente considerada como sendo a mais prática abordagem e a que apresenta melhor relação custo-efetividade a longo prazo<sup>17</sup>.

### Fortificação e suplementação

#### Tipos de fortificação

A OMS reconhece quatro tipos de fortificação. “Fortificação em massa ou universal” refere-se à adição de micronutrientes em alimentos consumidos pela maioria da população. Isso é desejável em países nos quais vários grupos de idade e sexo estejam com alto risco para deficiência de ferro. A fortificação em “mercado aberto” por iniciativa da indústria de alimentos, que, além de melhorar a saúde da população, faz com que o alimento incorpore maior poder agregado, podendo assim tornar-se instrumento de maior lucro. A “fortificação em alvo ou direcionada” é a que visa especificamente à fortificação de alimentos consumidos por grupos de alto risco. A “fortificação comunitária ou domiciliar” é utilizada sobre base local e tem sido implementada em vários países usando diferentes abordagens, onde geralmente são adicionados suplementos às refeições<sup>18,2</sup>.

### Vantagens e limitações da fortificação

O alimento fortificado, se consumido regular e frequentemente, pode manter estoques de micronutrientes mais eficientes e efetivos que suplementação e é melhor para diminuir o risco de múltiplas deficiências; proporciona quantidades de micronutrientes próximos ao natural nos alimentos; proporciona grande alcance populacional, quando largamente distribuído e consumido; não é necessário mudança alimentar, nem aderência da família. Grande parte da população consome alimentos industrializados, permitindo melhor viabilização da fortificação devido ao processamento centralizado dos alimentos; além de possibilitar o uso de múltiplos micronutrientes sem aumento de custo, com risco mínimo de toxicidade crônica, e melhor custo-benefício que outras estratégias<sup>2</sup>.

As limitações da fortificação são: não substituir alimentos de qualidade com sua adequada quantidade de energia, proteína e gordura; alguns alimentos específicos, quando fortificados, podem não ser consumidos pela população-alvo, além de crianças geralmente consumirem pouca quantidade de alimentos.

Essa estratégia pode falhar em alcançar populações pobres de grande risco de deficiência de micronutrientes, populações que vivem à margem da economia, além de a tecnologia de fortificação, que pode, ainda, não estar disponível em alguns locais. Além disso, há algumas populações de baixa renda, com múltiplas deficiências de micronutrientes, que mesmo com fortificações múltiplas podem não ser capazes de suprir essas deficiências. O tipo de alimento fortificado pode limitar a fortificação, com alteração no gosto e cor. Existe um custo com acompanhamento, qua-

lidade física, sabor, e segurança das preparações<sup>2</sup>.

### Suplementação com ferro

Há forte evidência de que a suplementação de ferro em crianças com anemia melhora todos os indicadores do estado nutricional em ferro. Metanálise, com 21 ensaios clínicos randomizados e controlados (RCT) em que houve suplementação de ferro, mostrou aumento da concentração de hemoglobina entre tratamento e controle de 0,78g/dL, ou tamanho do efeito de 1,49 (95% IC: 0,46-2,51)<sup>19</sup>.

Outra metanálise avaliando a relação do ferro com desenvolvimento em crianças, incluindo ensaios com suplementação de ferro, fortificação de cereais e leite, mostrou que houve significantes efeitos sobre o desenvolvimento mental em crianças que no início eram anêmicas ou deficientes em ferro. A média dos escores de desenvolvimento mental de diferentes testes foi 0,30 (95% IC: 0,15-0,46; p = 0,001). Este modesto efeito equivale a 1,5 a 2 pontos no QI. Em crianças menores de 27 meses não foi detectado efeito de suplementação de ferro sobre o desenvolvimento mental. O desenvolvimento motor não melhorou com suplementação de ferro, média de escores de desenvolvimento motor de: 0,09 (95% IC: 0,08-0,26; p = 0,28)<sup>20</sup>.

Por outro lado, Gera, Sachedv<sup>21</sup>, em revisão sistemática que avaliaram 29 ensaios clínicos, concluíram que suplementação oral com ferro aumenta a incidência de diarreia OR 1,11 IC (1,01-1,25) com p = 0,04. Desses estudos, cinco abordavam a administração de alimentos fortificados com ferro e seus possíveis efeitos sobre a morbidade. Somente o estudo de Brunser, et al<sup>22</sup> encontrou maior incidência de diarreia em crianças alimentadas com fórmula fortificada, nos demais não houve diferença quanto

à incidência de diarreia, mas revelaram um efeito protetor contra infecções respiratórias.

O efeito da suplementação de ferro sobre o crescimento foi estudado em metanálise com 21 ensaios clínicos controlados avaliando intervenções com uso de vitamina A, ferro ou micronutrientes em menores de 18 anos, não identificando nenhum efeito sobre o crescimento<sup>19</sup>.

Dois grandes ensaios que se propuseram a estudar os efeitos da suplementação de ferro profilática sobre a morbidade e mortalidade de crianças de 1 a 36 meses tiveram resultados contraditórios. No estudo de Sazawal, et al<sup>23</sup>, realizado em Zanzibar, na Tanzânia, em área endêmica de malária, foi encontrado aumento de risco de morte ou de necessidade de tratamento hospitalar devido a efeitos adversos (OR = 1,12 [IC: 1,02-1,23] p = 0,02) em crianças que faziam uso de suplemento contendo ferro e ácido fólico com ou sem zinco quando comparado a placebo. No outro estudo realizado por Tielsch, et al<sup>24</sup>, no Nepal, em área não-endêmica de malária, não houve diferença de mortalidade entre os grupos que faziam uso de ferro e ácido fólico com ou sem zinco quando comparado ao grupo placebo (OR = 1,03 [IC: 0,78-1,37], OR = 1,00 [IC: 0,74-1,34]), respectivamente. Não houve diferença significativa nas taxas de diarreia, disenteria ou infecções respiratórias entre os grupos, embora todos os riscos relativos indiquem modesto e não-significativo efeito protetor para essas doenças nos grupos que faziam uso de ferro e ácido fólico com ou sem zinco associado.

A experiência da OMS revela que programas de suplementação de ferro, quando aplicados satisfatoriamente, são eficazes em curto prazo em pelo menos 70%<sup>1</sup>.

### Fortificação alimentar com ferro

Inúmeros estudos têm sido publicados com múltiplas abordagens da fortificação. A fortificação domiciliar ou comunitária vem apresentando várias vantagens como estratégia de aumento do consumo de ferro pela ingestão dos alimentos. Três são os principais tipos de fortificação domiciliar: em pó (*Sprinkles*); tabletes; e a base de gordura (*Nutributter*). Os *Sprinkles* são os mais intensamente estudados e consistem em sachês com doses individuais de micronutrientes na forma de pó, que devem ser adicionados aos alimentos antes de seu consumo. Geralmente, os sachês contêm fumarato de ferro, além de outros micronutrientes, como zinco, iodo, folato, vitaminas A, C e D. Recente revisão de Dewey<sup>25</sup>, avaliando o consumo de ferro por alimentos complementares, coloca a fortificação domiciliar e principalmente o uso de *Sprinkles* como um meio bastante efetivo no combate à anemia. Das diversas doses avaliadas, as doses diárias de 10 a 12,5mg de ferro foram as mais adequadas. Programas em larga escala na Mongólia têm mostrado sua efetividade em saúde pública<sup>26</sup>.

Por outro lado, Hertrampf, et al<sup>27</sup> avaliaram o efeito da ingestão de leite em pó fortificado com ferro na forma de sulfato ferroso (15mg de ferro/100g de pó) em ensaio controlado e cego (RCT) em 229 lactentes de três a doze meses de vida alocados em um grupo com fortificação e outro sem fortificação. As avaliações com nove e doze meses mostraram que o grupo com leite fortificado apresentou melhora significativa em todos os indicadores do estado nutricional em ferro.

Olivares, et al<sup>28</sup> fortificaram biscoitos de farinha de trigo com 6% de concentrado de hemoglobina bovina em 427 escolares de seis a doze anos por 15 meses. Ao final do

estudo, a concentração de hemoglobina foi significativamente mais alta no grupo da intervenção.

No Chile, a fortificação de leite com ferro e vitamina C produziu rápida redução na prevalência da anemia em crianças<sup>29</sup>.

Um grande ensaio clínico controlado realizado no Sri Lanka com 2107 pré-escolares e escolares avaliou o resultado da fortificação de farinha de trigo com 66mg de ferro eletrolítico ou ferro reduzido por kg e não encontrou aumento nos níveis de Hb medidos com 12 e 24 meses após início do estudo; provavelmente devido à baixa prevalência de anemia na população estudada (18,4%) e baixa biodisponibilidade do ferro utilizado<sup>30</sup>.

Recente ensaio clínico randomizado relatou que a fortificação da farinha de milho com ferro eletrolítico não mostrou alteração no estado nutricional em ferro, mas a fortificação com NaFeEDTA na dose de 56mg por kg foi efetiva em melhorar todos os indicadores de ferro após cinco meses de intervenção<sup>31</sup>.

Van Stuijvenberg, et al<sup>32</sup> avaliaram em 160 escolares a eficácia de pão enriquecido com ferro eletrolítico ou quelato de ferro comparado a não-fortificado – placebo. Após sete meses, houve aumento na hemoglobina, ferro sérico e saturação de transferrina apenas no grupo que recebeu pão fortificado com ferro quelato.

Estudo (RCT) realizado na Índia avaliou em crianças de um a três anos a eficácia do leite fortificado com micronutrientes (7,8mg zinco, 9,6mg ferro, 4,2mcg selênio, 0,27mg cobre, 156mcg vitamina A, 40,2mg vitamina C, 7,5mg vitamina E por dia), sobre a morbidade de crianças, dias com doença grave, incidência e prevalência de diarreia, doenças respiratórias agudas comparando ao mesmo leite sem fortificação durante um ano de acompanhamento clínico. A média

de episódios de diarreia por criança foi de 4,46 (DP 3,8) no grupo da intervenção (leite fortificado) e 5,36 (DP 4,1) no grupo controle. A média do número de infecções respiratórias agudas baixas foi 0,62 (DP 1,1) e 0,83 (DP 1,4), reduzindo a probabilidade de dias com doença grave em 15% (IC 95% de 15% a 24%), a incidência de diarreia de 18% (7% to 27%) e a incidência de infecções respiratórias agudas em 26% (3% a 43%), especialmente nos dois primeiros anos de vida<sup>33</sup>.

Chen, et al<sup>34</sup>, na China, fortificaram molho de soja em um grande ensaio clínico (RCT) com 14 mil participantes usando NaFe-EDTA na concentração de 29,6mg de ferro/100mL. A média diária do consumo do molho foi de 16,4mL, proporcionando um consumo de 4,9mg de ferro por pessoa. Houve um aumento significativo de hemoglobina e ferritina com diminuição da prevalência da anemia no grupo de intervenção quando comparado ao controle. O custo anual dessa intervenção, baseado nesse ensaio, seria U\$ 0,007 por pessoa.

Torres, et al<sup>35</sup> fortificaram leite com ferro quelado a aminoácido na dose de 3mg por litro, para 269 crianças menores de quatro anos durante um ano, conseguindo aumento acentuado nos valores de hemoglobina e diminuição na prevalência de anemia de 62,3% para 26,4%.

Tuma, et al<sup>36</sup> fortificaram farinha de mandioca com quelato de ferro em grupo de pré-escolares durante 120 dias, obtendo aumento significativo de hemoglobina quando comparado ao controle.

A OMS avalia que programas de fortificação com ferro são considerados efetivos a longo prazo em 93% dos casos<sup>1</sup>.

#### Fortificação da água com ferro

A literatura internacional registra cinco estudos usando forti-

cação de água com ferro. Dutra, et al<sup>37,38</sup>, usando grupo controle e placebo, randomizaram 21 famílias, incluindo 88 pessoas (adultos e crianças) durante quatro meses. O primeiro, com 10mg de ferro e 100mg de ácido ascórbico por litro de água, apresentou aumento de hemoglobina ( $p < 0,01$ ) e aumento de ferritina ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao grupo placebo. Já o estudo publicado em 2002, que usou 10mg de ferro e 60mg de ácido ascórbico por litro de água no grupo de intervenção, teve aumento de hemoglobina ( $p < 0,01$ ), a ferritina só teve aumento significativo nos adultos.

Outros ensaios não controlados, do tipo antes e depois, também tiveram resultados significativos quanto ao aumento do estado nutricional em ferro. Dutra, et al<sup>39</sup> fortificaram água de consumo com 20mg de ferro por litro para 31 pré-escolares durante oito meses, com aumento significativo no valor da hemoglobina de 10,6 para 13,7g/dL e ferritina sérica de 13,7 para 25,6µg/L. Beininger, et al<sup>40</sup> fortificaram a água de 160 pré-escolares com 12mg de ferro e 60mg de ácido ascórbico por litro de água, durante oito meses, conseguindo melhora nos valores de hemoglobina ( $p < 0,01$ ) e antropométricos ( $p < 0,05$ ).

Almeida, et al<sup>41</sup> fortificaram água de consumo de pré-escolares por seis meses usando dois grupos: grupo A, com 10mg de ferro e 100mg de ácido ascórbico por litro, e grupo B com somente 100mg de ácido ascórbico por litro de água. Houve aumento dos valores de hemoglobina no grupo A,  $p < 0,005$ , e no grupo B, que usou somente ácido ascórbico,  $p < 0,0001$ , demonstrando uma tendência a melhor resultado no grupo que usou somente ácido ascórbico.

A fortificação deve ser um instrumento não só para corrigir deficiências, mas para garantir à

população a ingestão adequada de micronutrientes; é óbvia e indubitável a importância desses procedimentos para toda a população, especialmente para a faixa pediátrica, durante a qual as necessida-

des são relativamente maiores em função do crescimento. Sobre essa importância, o Banco Mundial, referindo-se à fortificação de alimentos como estratégia de combate à deficiência de micronutriente no

mundo, afirma que “nenhuma outra tecnologia oferece oportunidade de melhorar vidas a tão baixo custo e em tão curto espaço de tempo”<sup>1</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention, and control. A guide for programme managers. Geneva: WHO/United Nations Children's Fund/United Nations University; 2001. 130 p.
2. Allen L, de Benoist B, Dary O, Hurrell R, editors. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva: WHO; 2006.
3. De Maeyer EM, Dallman P, Gurney JM, Hallberg L, Sood SK, Srikanthia SG. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care. A guide for health administrators and program managers. Geneva: WHO; 1989.
4. Brabin BJ, Hakimi M, Pelletier D. An analysis of anemia and pregnancy-related maternal mortality. *J Nutr.* 2001;131(2S-2):604S-614S.
5. Brabin BJ, Premji Z, Verhoeff F. An analysis of anemia and child mortality. *J Nutr.* 2001;131(2S-2):636S-645S.
6. Brownlie T, Utermohlen V, Hinton PS, Giordano C, Haas JD. Marginal iron deficiency without anemia impairs aerobic adaptation among previously untrained women. *Am J Clin Nutr.* 2002;75(4):734-42.
7. Horton S, Ross J. Corrigendum to: “The Economics of iron deficiency” [Food Policy 2003;28:51-75] *Food Policy.* 2007;32:141-3.
8. Beard JL. Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *Journal of Nutrition.* 2001;131:S568-80.
9. Grantham-McGregor S, Ani C. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *J Nutr.* 2001;131(2S-2):649S-666S.
10. Lozoff B, Brittenham GM, Wolf AW, McClish DK, Kuhnert PM, Jimenez E, et al. Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. *Pediatrics.* 1987;79(6):981-95.
11. Lozoff B, Jimenez E, Wolf AW. Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. *N Engl J Med.* 1991;325(10):687-94.
12. Lozoff B, Wolf AW, Jimenez E. Iron-deficiency anemia and infant development: Effects of extended oral iron therapy. *J Pediatr.* 1996;129(3):382-9.
13. Lozoff B, Brittenham G, Viteri FE, Urrutia JJ. Behavioral abnormalities in infants with iron deficiency anemia. In: Pollitt E, Leibel RL, editors. Iron deficiency: Brain biochemistry and behavior. New York: Raven Press; 1982. p. 183-94.
14. Lozoff B, Klein NK, Nelson EC, McClish DK, Manel M, Chacon ME. Behavior of infants with iron-deficiency anemia. *Child Dev.* 1998;69(1):24-36.
15. Organización Mundial de la Salud. Anemia ferropénica. Informe de un grupo de estudio. *Serie Inf Téc.* 1959;(182).
16. Stoltzfus RJ, Mullany L, Black RE. Iron deficiency anaemia. In: Ezzati M, Lopez D, Rodgers A, Murray CJL, editors. Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. Geneva: World Health Organization; 2004. v. 1. p. 163-208.
17. Stoltzfus RJ. Iron-deficiency anemia: reexamining the nature and magnitude of the public health problem. Summary: implications for research and programs. *J Nutr.* 2001;131:697S-701S.
18. Lynch SR. The impact of iron fortification on nutritional Anaemia. *Best Practice & Research Clinical Haematology.* 2005;18(2):333-46.
19. Ramakrishnan U, Aburto N, McCabe G, Martorell R. Multimicronutrient interventions but not vitamin A or iron interventions alone improve child growth: results of 3 meta-analyses. *J Nutr.* 2004;134(10):2592-602.
20. Sachdev H, Gera T, Nestel P. Effect of iron supplementation on mental and motor development in children: systematic review of randomized controlled trials. *Public Health Nutr.* 2005;8(2):117-32.
21. Gera T, Sachdev HP. Effect of supplementation on incidence of infectious illness in children: Systematic reviews. *BMJ.* 2002;325(7373):1142-51.

22. Brunser O, Espinoza J, Araya M, Pacheco I, Cruchet S. Chronic iron intake and diarrhoeal disease in infants. A field study in a less-developed country. *Eur J Clin Nutr.* 1993;47(5):317-26.
23. Sazawal S, Dhingra U, Hiremath G, Kumar J, Dhingra P, Sarkar A, et al. Effects of fortified milk on morbidity in young children in north India: community based, randomised, double masked placebo controlled trial. *BMJ.* 2007;334(7585):140.
24. Tielsch JM, Khattry SK, Stoltzfus RJ, Katz J, LeClerq SC, Adhikari R, et al. Effect of routine prophylactic supplementation with iron and folio acid on preschool child mortality in Southern Nepal: community-based cluster-randomised, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2006;367:144-52.
25. Dewey KG. Increasing iron intake of children through complementary foods. *Food Nutr Bull.* 2007;28(4 Suppl):S595-609.
26. World Vision Mongolia. Effectiveness of home-based fortification with sprinkles in a integrated nutrition program to address rickets and anemia. Ulaanbaatar: World Vision Mongolia; 2005.
27. Hertrampf E, Olivares M, Walter T, Pizarro F, Heresi G, Llaguno S, et al. Anemia ferropriva em el lactante: erradicación com leche fortificada com hierro. *Rev Med Chile.* 1990;118(12):1330-7.
28. Olivares M, Hertrampf E, Pizarro F, Walter T, Cayazzo M, Llaguno S, et al. Hemoglobin fortified biscuits: bioavailability and its effect on iron nutriture in school children. *Arch Latinoam Nutr.* 1990;40(2):209-20.
29. Stekel A, Olivares M, Cayazzo M, Chadud P, Llaguno S, Pizarro F. Prevention of iron deficiency by milk fortification II. A field trial with a full-fat acidified milk. *Am J Clin Nutr.* 1988;47(2):265-9.
30. Nestel P, Nalubola R, Sivakaneshan R, Wickramasinghe AR, Atukorala S, Wickramannayake T, et al. The use of iron-fortified wheat flour to reduce anemia among the state population in Sri Lanka. *Int J Vitam Nutr Res.* 2004;74(1):35-51.
31. Andang'o PEA, Osendarp SJM, West RACE, Mwaniki DL, Wolf CA, Kraaijenhagen R, et al. Efficacy of iron-fortified whole maize flour on iron status of schoolchildren in Kenya: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2007;369(9575):1799-806.
32. van Stuijvenberg ME, Smuts CM, Wolmarans P, Lombard CJ, Dhansay MA. The efficacy of ferrous bisglycinate and electrolytic iron as fortificants in bread in iron-deficient school children. *Br J Nutr.* 2006;95(3):532-8.
33. Sazawal S, Black RE, Ramsan M, Chwaya HM, Stoltzfus RJ, Dutta A, et al. Effect of routine prophylactic supplementation with iron and folic acid on admission to hospital and mortality in preschool children in a high malaria transmission setting: community-based, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2006;367:133-43.
34. Chen J, Zhao X, Zhang X, Yin S, Piao J, Huo J, et al. Studies on the effectiveness of NaFeEDTA-fortified soy sauce in controlling iron deficiency: a population based intervention trial. *Food Nutr Bull.* 2005;26(2):177-86.
35. Torres MAA, Lobo NF, Sato K, Queiroz SS. Fortificação do leite fluido na prevenção e tratamento da anemia carencial ferropriva em crianças menores de 4 anos. *Rev Saúde Pública.* 1996;30:350-7.
36. Tuma RB, Yuyama LKO, Aguiar JPL, Marques HO. Impacto da farinha de mandioca fortificada com ferro aminoácido quelato no nível de hemoglobina de pré-escolares. *Rev Nutr.* 2003;16:29-39.
37. Dutra-de-Oliveira JE, Scheid MM, Desai ID, Marchini S. Iron fortification of domestic drinking water to prevent anemia among low socioeconomic families in Brazil. *Int J Food Sci Nutr.* 1996;47(3):213-9.
38. Dutra-de-Oliveira JE, Almeida CAN. Domestic drinking water – an effective way to prevent anemia among low socioeconomic families in Brazil. *Food Nutr Bull.* 2002;23(3 Suppl):213-6.
39. Dutra-de-Oliveira JE, Ferreira JF, Vasconcelos VP, Marchini JS. Drinking water as an iron carrier to control anemia in preschool children in a day-care-center. *J Am Coll Nutr.* 1994;13(2):198-202.
40. Beinrer MA, Lamounier JA, Tomaz C. Effect of iron-fortified drinking water of daycare facilities on the hemoglobin status of young children. *J Am Coll Nutr.* 2005;24(2):107-14.
41. Almeida CAN, Dutra-de-Oliveira JE, Crott GC, Cantolini A, Ricco RG, Del Ciampo LA, et al. Effect of fortification of drinking water with iron plus ascorbic acid or with ascorbic acid alone on hemoglobin values and anthropometric indicators in preschool children in day-care centers in Southeast Brazil. *Food Nutr Bull.* 2005;26(3):259-65.

---

*Recebido em 17 de março de 2009*  
*Aprovado em 12 de maio de 2009*