

1. INTRODUÇÃO

A anemia ferropriva é caracterizada por redução na concentração sérica de hemoglobina, sendo considerada o último estágio da depleção de ferro no organismo.

Nos estágios anteriores, há diminuição dos depósitos de ferro, medidas pela diminuição

da ferritina sérica (primeiro estágio) e decréscimo no transporte de ferro (segundo estágio), sendo que os níveis de hemoglobina permanecem inalterados. Assim, em populações com alta prevalência de anemia ferropriva pode-se considerar que praticamente toda a população seja deficiente em ferro (DEVINCENZI *et al.*, 2001).

Nas últimas décadas, observa-se um declínio na prevalência de desnutrição calórico-protéica, em crianças menores de cinco anos no Brasil. No entanto, essa tendência não tem sido observada para a anemia por deficiência de ferro, ao contrário,

representa nos dias atuais a principal carência nutricional em termos de magnitude e

distribuição espacial (MONTEIRO *et al.*, 2000; WHO, 2001). Dentre os grupos mais vulneráveis a anemia estão as crianças menores de cinco anos, em decorrência do aumento das necessidades de ferro imposto pela expansão da massa celular e crescimento dos tecidos (OLIVARES, WALTER, 2003).

A anemia ferropriva é determinada por uma ampla variedade de fatores, que podem apresentar-se isolados, porém mais frequentemente, coexistentes. Dentre os

principais fatores determinantes da anemia destacam-se o baixo nível socioeconômico; a

baixa escolaridade dos pais; a falta de uma assistência adequada à saúde; a idade, sendo

mais prevalente nas crianças menores de 24 meses; o baixo peso ao nascer; a prematuridade; o desmame precoce, associado à introdução precoce do leite de vaca e a

baixa biodisponibilidade de ferro na alimentação complementar; infecções repetidas e a

desnutrição (OSÓRIO, 2002).

Independentemente das causas que determinam o estado anêmico, as principais consequências da anemia por deficiência de ferro em crianças são o *déficit* no desenvolvimento psicomotor e na função cognitiva, e maior suscetibilidade às infecções

(MATTA *et al.*, 2005). Além disso, é importante ressaltar que essas crianças, mesmo

após o tratamento da anemia apresentam prejuízos no desenvolvimento cognitivo aos

cinco anos e também após dez anos de tratamento da anemia (LOZOFF *et al.*, 1991;

LOZOFF *et al.*, 2000).

As crianças atendidas em creches são consideradas um grupo de especial interesse, pois permanecem nessas instituições por um período de 8 a 10 horas diárias.

24

Esses locais têm como principal finalidade a promoção da educação e da saúde, apresentado papel fundamental em amenizar as situações de risco à saúde

(KONSTANTYNER *et al.*, 2007). Entretanto observa-se que essas crianças estão mais expostas a algumas doenças como diarreia e doenças infecciosas respiratórias (BARROS *et al.*, 1999; VICO *et al.*, 2004). Além disso, estudos encontraram elevada prevalência de anemia nessa população, com valores superiores a 40% (BRUNKEN *et al.*, 2002; MACHADO *et al.*, 2005; VIEIRA *et al.*, 2007; RIBEIRO, SIGULEM *et al.*, 2008; KONSTANTYNER *et al.*, 2009) sendo considerado como um grave problema de saúde pública (WHO, 2001). Diante desse quadro, têm sido recomendado três estratégias para a redução da prevalência dessa carência nutricional: a modificação dietética com finalidade de aumentar a biodisponibilidade do ferro da alimentação, a suplementação medicamentosa e a fortificação de alimentos, sendo que essas medidas podem ser implementadas isoladamente ou combinando-se umas com as outras. Dentre essas medidas, a fortificação alimentar é considerada como a solução mais prática e de melhor custobenefício, principalmente para regiões nas quais há grande prevalência de anemia ferropriva, como pode ser observado nas crianças atendidas em creches (SOUTO *et al.*, 2008). Neste contexto optou-se por estudar um modelo de intervenção populacional voltado à crianças atendidas em creches, com fins preventivos e terapêuticos, podendo ser considerado um modelo de fortificação permanente. O veículo escolhido foi à água potável consumida nas creches.

Revisão de Literatura

2.1 PREVALÊNCIA DA ANEMIA

A deficiência de ferro é o resultado do balanço negativo, durante um longo período, entre a quantidade de ferro biologicamente disponível e a necessidade orgânica, sendo a anemia o último estágio da deficiência (WHO, 2001). Estima-se que

para cada caso de anemia ferropriva possa existir na população mais um caso de deficiência de ferro sem a instalação do quadro de anemia, o que amplia extremamente

a magnitude da deficiência de ferro em nível mundial (YIP, 1994).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a anemia por deficiência de ferro foi identificada como um dos dez principais fatores de risco para a morbidade e mortalidade nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (WHO, 2008a).

Globalmente, a anemia atinge 1,62 bilhões de pessoas (IC95%: 1,50-1,74 bilhões), o

que corresponde a 24,8% da população (IC95%: 22,9-26,7%). A maior prevalência foi

encontrada em crianças em idade pré-escolar (47,4%, IC95%: 45,7-49,1). No Brasil,

estimativas mostram que a anemia afeta 54,9% das crianças nessa faixa etária (WHO, 2008b).

A Organização Mundial da Saúde propôs critérios para classificar o grau da prevalência de anemia como problema de saúde pública. Deste modo, por meio do nível

de hemoglobina ou hematócrito, é considerado como um grave problema de saúde pública a prevalência de anemia igual ou superior a 40%, como moderado os valores

entre 20% a 39,9%, e como médio os valores entre 5% e 19,9% (WHO, 2001).

Sendo

assim, a partir da prevalência de anemia encontrada, em cada país, pode ser estimada a

magnitude do problema de saúde pública.

No Brasil, importantes mudanças no estado nutricional da população infantil têm sido detectadas nas últimas décadas. Observa-se uma gradual redução na taxa de mortalidade infantil, na prevalência de desnutrição energético-protéica, principalmente

das formas crônicas, porém o mesmo não tem se observado com a anemia ferropriva

(DE PAULA e FISBERG, 2001).

Realizou-se um levantamento dos estudos sobre a prevalência de anemia em crianças assistidas em creches, em várias regiões do país, como pode ser observado na

tabela 1. Nota-se ampla variação nos resultados, mostrando prevalências de 11,2% a 82,2%.

29

Tabela 1: Prevalência de anemia ferropriva em crianças matriculadas em creches brasileiras, por região no período de 1994 a 2009.

Autor Local Região

Nº de

crianças

Faixa etária

(meses) Prevalência (%)

Castro et al., 2005 Viçosa, MG sudeste 89 24 a 72 11,2

Almeida et al., 2002 Monte Alto, SP sudeste 503 12 a 83,9 14,5

Santos et al., 2009 Belo Horizonte, MG sudeste 132 24 a 72 20,4

Almeida et al., 2004a Vitória, ES sudeste 760 6 a 84 27,4

Giorgini et al., 2001 São Paulo, SP sudeste 89 12 a 72 28,0

Rocha et al., 2008 Belo Horizonte, MG sudeste 402 7 a 74 28,8

Almeida et al., 2007 Jardinópolis, SP sudeste 184 12a 59,9 29,3

Souto et al., 2007 São Paulo, SP sudeste 190 11 a 57 31,6

De Paula e Fisberg, 2001 São Paulo, SP sudeste 93 10 a 48 33,3

Biscegli et al., 2006 Catanduva, SP sudeste 100 11 a 88 34,0

Spinelli et al., 2003 São Paulo, SP sudeste 107 3 a 67 35,0

Valle da Silva, 1999 Niterói, RJ sudeste 404 < 60 36,8

Capanema et al., 2008 Belo Horizonte, MG sudeste 322 6 a 71 37,3

Almeida et al., 2005 Ribeirão Preto, SP sudeste 150 12 a 75 38,7

Bagni et al., 2009 Rio de Janeiro, RJ sudeste 387 12 a 60 41,9

Beinner et al., 2005 Diamantina, MG sudeste 160 6 a 59 43,2

Fujimori et al., 2007 São Paulo, SP sudeste 146 < 60 43,3

Konstantyner et al., 2009 São Paulo, SP sudeste 482 4 a 29 43,6

Matta et al., 2005 Rio de Janeiro, RJ sudeste 865 < 60 47,3

Ribeiro e Sigulem, 2008 São Paulo, SP sudeste 566 < 36 49,3

Souto et al., 2008 São Paulo, SP sudeste 382 24 a 72 50,5

Konstantyner et al., 2007 São Paulo, SP sudeste 212 < 24 51,9

Machado et al., 2005 São Paulo, SP sudeste 250 6 a 72 57,2

Dutra de Oliveira et al., 1994 Ribeirão Preto, SP sudeste 31 24 a 72 58,0

Almeida et al., 2004b Pontal, SP sudeste 192 12 a 72 62,5

Torres et al., 1995 São Paulo, SP sudeste 107 < 24 66,4

Almeida et al., 2001 Pontal, SP sudeste 115 12 a 72 68,7

Bueno et al., 2006 São Paulo, SP sudeste 330 6 a 75 68,8

Fisberg et al., 1999 São Paulo, SP sudeste 111 4 a 7 72,1

Silveira et al., 2008 Fortaleza, CE nordeste 191 12 a 36 29,8

Costa et al., 2001 João Pessoa, PB nordeste 84 24 a 72 35,7

Carvalho et al., 2000 Salvador, BA nordeste 106 2 a 39 48,1

Vieira et al., 2007 Recife, PE nordeste 153 6 a 59 55,6

Eickmann et al., 2008 Recife, PE nordeste 76 4 a 24 65,8

Perez et al., 1998 Recife, PE nordeste 324 < 36 81,0

Carvalho et al., 2000 Salvador, BA nordeste 129 2 a 39 82,2

Schmitz et al., 1998 Brasília, DF centro-oeste 279 < 36 28,7

Brunken et al., 2004 Cuiabá, MT centro-oeste 178 < 36 41,6
Hadler et al., 2008 Goiânia, GO centro-oeste 196 6 a 24 56,1
Brunken et al., 2002 Cuiabá, MT centro-oeste 271 < 36 63,0
Tuma et al., 2003 Manaus, AM norte 75 24 a 72 22,7
Silva et al. 2001 Porto Alegre, RS sul 557 < 36 47,8
30

Quarenta e dois estudos foram identificados sobre a anemia em crianças assistidas em creches no Brasil, sendo desses, 29 (69%) realizados na região sudeste, com predomínio no estado de São Paulo. Nessa região, observou-se uma maior variabilidade em relação à prevalência de anemia, com valores que variaram de 11,2% a 72,1%, porém na maioria dos estudos a prevalência permaneceu superior a 40%, sendo considerado como um grave problema de saúde pública.

Na região nordeste, sete estudos (16,7%) foram realizados, sendo a prevalência de anemia na maior parte deles superior a 40%. Na região centro-oeste, quatro (9,5%) estudos foram desenvolvidos em creches, sendo que apenas o estudo realizado em creches de Brasília (DF) apresentou prevalência de anemia inferior a 40%, sendo esse o estudo mais antigo da região. Encontrou-se apenas um estudo na região norte e na região sul. Em relação ao estudo da região norte, é importante destacar que o mesmo foi realizado em uma única creche filantrópica de Manaus, desse modo a prevalência encontrada (22,7%) pode não ser a realidade das crianças assistidas em creches da capital do Amazonas.

No geral, pode-se dizer que a prevalência de anemia em crianças atendidas em creches no Brasil é um problema de saúde pública uma vez que a maioria (57,1%) dos estudos encontrou valores superiores a 40%. Apesar de se conhecer as medidas necessárias para a sua redução, esse problema ainda está longe de ser solucionado.

Conhecendo a magnitude da anemia ferropriva como problema de saúde pública e conhecendo seus efeitos prejudiciais na qualidade de vida dos grupos afetados, medidas de intervenção têm sido estudadas com alimentos fortificados com ferro.

2.2 NECESSIDADES NUTRICIONAIS DE FERRO DO LACTENTE E DA CRIANÇA

O recém-nascido a termo apresenta quantidades elevadas de hemoglobina ao nascer, o que justifica a alta concentração de ferro. Após o nascimento ocorrem modificações no metabolismo do ferro e no padrão de eritropoiese; as quais podem ser divididas em três estágios (DALLMAN *et al.*, 1980; FRANCO *et al.*, 1990; CALVO *et al.*, 1992). O primeiro estágio engloba as primeiras seis a oito semanas de vida, sendo

marcado por uma redução na concentração de hemoglobina que atinge valores médios de 10g/dL em crianças nascidas a termo e 7g/dL em crianças prematuras (HAYS, 1996).

Esta queda é atribuída a hemólise fisiológica e a uma abrupta redução na eritropoiese em resposta a um aumento pós-natal na disponibilidade de oxigênio em relação ao

31 ambiente intrauterino. No segundo estágio, compreendido entre o segundo e o quarto

mês de vida, a eritropoiese e os níveis de hemoglobina aumentam, e o ferro armazenado

é reutilizado. Entretanto, a intensa velocidade de crescimento da criança cria uma demanda adicional de ferro e as reservas praticamente se esgotam por volta do quinto ou

sexto mês de vida. A partir daí a criança torna-se dependente de um contínuo e adequado suprimento de ferro dietético (DALLMAN *et al.*, 1980; CALVO *et al.*, 1992;

BOOTH e AUKETT, 1997).

As reservas fisiológicas de ferro acumuladas durante o último trimestre de gestação juntamente com a fonte exógena proveniente do leite materno garantirão as

necessidades de ferro para o crescimento e a reposição das perdas ocorridas até os 4-6

meses de vida (CALVO *et al.*, 1992; FRANK e OSKI, 1993). Contudo, é importante ressaltar que a reserva de ferro é proporcional ao peso ao nascer e a idade gestacional

sendo, portanto, menor nos prematuros e recém-nascidos de baixo peso. Além disso,

estas crianças apresentam um crescimento pós-natal mais rápido e conseqüentemente,

um esgotamento mais precoce dos estoques de ferro (DALLMAN *et al.*, 1980; FRANK

e OSKI, 1993).

O primeiro ano de vida é o período no qual a velocidade de crescimento é maior que em qualquer outra fase da vida. Nesta fase, crianças nascidas a termo triplicam o

peso corporal e praticamente duplicam o ferro corporal, aumentando de 250mg aos

quatro meses para 420mg aos doze meses. Esta velocidade de crescimento acelerada

provoca aumento da necessidade de ferro em função da expansão do volume sanguíneo,

do crescimento dos tecidos e da reposição das reservas (SZARFARC *et al.*, 1995).

A

tabela 2 apresenta as necessidades de ferro para o lactente e a criança, segundo as faixas

etárias.

Tabela 2: Valores de Ingestão dietética de referência (Dietary Reference Intakes – DRIs) para o ferro, segundo a faixa etária.

Recomendações nutricionais

Faixa etária EAR (mg/dia) RDA (mg/dia) UL (mg/dia)

7 a 12 meses 6,9 11,0 40,0
1 a 3 anos 3,0 7,0 40,0
4 a 8 anos 4,1 10,0 40,0
Institute of Medicine, 2001

2.3 CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DA ANEMIA

A carência de ferro nas crianças é resultado de um desequilíbrio entre a reserva de ferro ao nascimento, a quantidade de ferro ingerido e/ou absorvido, a necessidade de ferro para o crescimento e suas perdas sanguíneas (OSKI, 1989). Nesta faixa etária os fatores envolvidos na etiologia da anemia ferropriva são: o baixo peso ao nascer e a prematuridade, devido aos menores depósitos de ferro ao nascer e requerimentos de ferro mais elevados; a alimentação inadequada com ingestão precoce de leite de vaca e/ou alimentos sólidos, que são de baixa biodisponibilidade quando comparados ao leite materno e a introdução tardia de alimentos fontes de ferro, além da ingestão insuficiente e perdas do mineral (OLIVARES e WALTER, 2004). O padrão alimentar próprio da idade juntamente com as altas necessidades fisiológicas do ferro são os principais responsáveis pela maior vulnerabilidade das crianças, em relação à anemia. Cerca de 80% dos casos de deficiência de ferro tem como fator causal o consumo insuficiente e a baixa biodisponibilidade de ferro alimentar (TUDISCO, 1988). Estudos têm demonstrado que o ferro biodisponível na dieta é insuficiente para manter o estado nutricional adequado de ferro levando conseqüentemente ao aparecimento da anemia nas crianças (FOMON *et al.*, 2005; ZIMMERMANN *et al.*, 2005). A mais de vinte e cinco anos têm se estudado as consequências da anemia ferropriva nas crianças. Mudanças no desenvolvimento e no comportamento têm sido consistentemente documentadas. Um dos estudos pioneiros relacionados à alteração do comportamento foi realizado por Oski *et al.* (1978), que encontrou diferenças significantes de comportamento e na melhora do índice de desenvolvimento mental entre crianças que foram tratadas em relação as crianças anêmicas. Vários outros estudos encontraram relação entre atraso no desenvolvimento cognitivo e motor em crianças anêmicas (HURTADO *et al.*, 1999; GRANTHAM-MCGREGOR, ANI, 2001; KARIGER *et al.*, 2005). Outro ponto importante, é que essas crianças mesmo após o tratamento da anemia apresentam prejuízos no desenvolvimento aos cinco anos (LOZOFF *et al.*, 1991) e também após 10 anos de tratamento da anemia (LOZOFF *et al.*, 2000). Além das alterações cognitivas, comportamentais e motoras relacionadas à anemia, outras consequências observadas são: redução na capacidade de trabalho físico,

alterações na imunidade celular e na capacidade bactericida dos neutrófilos, maior susceptibilidade a infecções, principalmente do trato respiratório, alterações funcionais

33

e histológicas do tubo digestivo e falta de mobilização da vitamina A hepática (OLIVARES, WALTER, 2004).

É importante considerar que a intensidade dos efeitos da anemia no desenvolvimento infantil pode variar em função da gravidade, duração e faixa etária de ocorrência da anemia (WALTER, 1996).

O estudo intitulado “The Global Burden of Disease (GBD 2000)” mostrou que a deficiência de ferro está em nono lugar dos 26 fatores de risco para mortalidade e morbidade, estimando que 841.000 mortes e 35.057.000 DALYs (anos de vida saudável

perdido) são atribuídos a anemia ferropriva (STOLTZFUS, 2003). No Brasil, dados da

Divisão Nacional de Epidemiologia mostram que 1,3% do total de mortes em crianças

está relacionado à anemia. Em crianças menores de cinco anos de idade e em mulheres

em idade reprodutiva, 50% do total de mortes está associado à anemia por deficiência

de ferro (GIORGINI *et al.*, 2001).

2.4 FORTIFICAÇÃO ALIMENTAR

A fortificação de alimentos consiste na adição complementar de nutrientes aos alimentos *in natura*, sendo o objetivo de programas de fortificação o aumento do aporte

de ferro por meio dos alimentos para prevenir carências alimentares em grupos populacionais de risco (FISBERG *et al.*, 1998a). A preocupação com as carências nutricionais e a utilização da fortificação como medida de intervenção são bastante antigas. Em 1910, em decorrência da preocupação com a deficiência de vitamina A que

afetava amplamente as crianças, iniciou-se a fortificação da margarina com vitamina A

em larga escala industrial, resultando em melhora da xeroftalmia na população (NILSON, PIZA, 1998).

Nas décadas de 1920 e 1940, a fortificação de sal com iodo; da farinha de trigo com ferro, vitamina B₁, B₂ e niacina; o leite e a margarina fortificados com vitamina A e

D foram completamente avaliados e incluídos como parte do programa de intervenção

nacional em muitos países desenvolvidos. Nas décadas seguintes, a atenção nos países

em desenvolvimento era dada principalmente para deficiências clínicas, utilizando-se da

suplementação medicamentosa à população de alto risco, quando os sintomas apareciam

(NILSON, PIZA, 1998).

A fortificação de alimentos com ferro é a estratégia indicada pela Organização

Mundial de Saúde, e por muitos pesquisadores e instituições que atuam na área de

34

saúde, como uma das opções mais eficientes para o combate da deficiência de ferro,

sendo que o impacto na melhora pode ser observado dentro de um a três meses (NILSON, PIZA, 1998). Isso ocorre pelo alcance de todos os segmentos populacionais,

com possibilidade de utilização por longo período e sem necessidade de cooperação

individual efetiva (WHO, 1989; TUMA *et al.*, 2003). Portanto a fortificação alimentar é uma medida, considerada de alta efetividade e flexibilidade, sendo socialmente aceita,

por não interferir no hábito alimentar da população. Além disso, o risco de efeitos colaterais e toxicidade são mínimos devido às doses reduzidas do micronutriente adicionado ao alimento (TUMA *et al.*, 2003).

A fortificação alimentar é uma medida de saúde pública e para seu sucesso alguns itens devem ser considerados. Primeiramente; o veículo alimentar escolhido deve

ser consumido em larga escala principalmente pela população-alvo e que faça parte do

hábito alimentar da população. Além disso, deve-se verificar se o veículo alimentício

escolhido contém potentes inibidores de absorção, pois assim, o ferro adicionado, como

o ferro natural, seria fracamente absorvido, não apresentando o desejável impacto no

estado nutricional do consumidor em relação a esse mineral. Em segundo lugar, é necessário que o sal de ferro utilizado tenha pequena influência na cor, gosto, aparência

e evite mudanças físicas e químicas na característica do alimento carreador.

Adicionalmente, o veículo deve ser suficientemente estável durante o armazenamento e

o processo de cocção, para assegurar que seu consumo real seja quantitativamente capaz

de contribuir significativamente para satisfazer as necessidades nutricionais da população. Finalmente, que esse alimento possua produção centralizada e tecnologia de

fortificação bem definida (CARDOSO, PENTEADO, 1994; FISBERG *et al.*, 1998a).

Nas Américas, a fortificação alimentar é amplamente praticada e pode ser classificada em três tipos de programas: fortificação obrigatória de alimentos de consumo por grande parte da população, como a farinha de trigo e milho;

fortificação

para grupos específicos, como a fortificação de alimentos consumidos pela população

infantil, tais como: cereais, leite em pó, biscoitos e outros, e a fortificação voluntária quando as empresas de alimentos adicionam ferro e outros micronutrientes aos alimentos industrializados (PAHO, 2002).

Na Venezuela, a farinha de milho pré-cozida é fortificada com fumarato ferroso (30mg/Kg) e ferro reduzido (20 mg/Kg). Já no México e em toda América Central algumas empresas utilizam a fortificação voluntária da farinha de milho. A Costa Rica

35

já apresenta um regulamento oficial para fortificação com ferro (diglicinato ferroso) (22mg/kg), embora mudanças na coloração tenham sido detectadas em produtos fortificados. O ferro, na forma de sulfato ferroso e fumarato ferroso, é adicionado a alimentos complementares infantis e alimentos utilizados nos lanches escolares no Equador, México e Peru. No Chile, o sulfato ferroso (100mg/Kg) juntamente com o ácido ascórbico (700mg/Kg) são adicionados ao leite em pó e distribuídos através de

programas de alimentação infantil, reduzindo de maneira efetiva a prevalência de anemia nessa população. Na Argentina trabalhos têm sido realizados para introdução de prática semelhante (PAHO, 2002). Assim, a fortificação da água pode ser uma das formas efetivas na prevenção da anemia, devido sua ampla utilização e alcance de todos

os segmentos da população (LAMOUNIER *et al.*, 2010).

No Brasil, em 2001, o Ministério da Saúde determinou como obrigatória a adição de ferro (30% IDR 4,2mg/100g) e ácido fólico (70% IDR ou 150µg) às farinhas

de milho e trigo. A fortificação deixou de ser facultativa e passou a ser obrigatória.

Esta

medida tem como objetivo aumentar a disponibilidade de alimentos ricos em ferro e

ácido fólico para a população brasileira e assim contribuir para a redução da prevalência

de anemia e defeitos do tubo neural no Brasil (ANVISA, 2004).

Todavia, essa medida possivelmente não beneficiará os lactentes, faixa etária de maior risco à anemia, devido ao fato desses alimentos não serem consumidos regularmente e em quantidades suficientes para atender as necessidades de ferro deste

grupo. A fortificação específica de alimentos que fazem parte da alimentação complementar tem-se apresentado mais efetiva para a prevenção da anemia ferropriva

entre lactentes (ASSAO *et al.*, 2004). Além disso, é provável que o baixo nível de ferro

elementar (40mg/Kg) adicionado à farinha de trigo tenha pouco impacto no estado nutricional desse mineral no organismo (HURRELL, 1997).

2.5 TIPOS E CUSTO DOS SAIS DE FERRO

Os sais de ferro utilizados na fortificação alimentar juntamente com suas características são apresentados na tabela 3. Esses sais são divididos em quatro grupos

de acordo com sua solubilidade: (1) aqueles que são facilmente solúveis em água; (2)

aqueles que são poucos solúveis em água, mas solúveis em ácidos diluídos como o suco

gástrico; (3) aqueles insolúveis em água e pouco solúveis em ácidos diluídos e (4) componentes de ferro protegidos (HURRELL, 1997).

36

Tabela 3: Características das fontes de ferro usadas para fortificar alimentos.

Conteúdo de

ferro (%)

Biodisponibilidade

média relativa (%)

**Custo relativo
aproximado (U\$)**

Facilmente solúveis em água

Sulfato ferroso 7H₂O 20 100 1,0

Sulfato ferroso seco 33 100 0,7

Gluconato ferroso 12 97 5,1

Lactato ferroso 19 106 4,1

Citrato amino férrico 18 107 2,1

Pouco solúveis em água / solúveis em ácidos diluídos

Fumarato ferroso 33 100 1,3

Succinato ferroso 35 119 4,1

Insolúveis em água / pouco solúveis em ácidos diluídos

Ortofosfato férrico 28 25-32 4,1

Ortofosfato amino férrico 19 30-60 -

Pirofosfato férrico 25 21-74 2,3

Ferro em pó reduzido 97 13-148 0,2

Componentes quelatos

NaFeEDTA 14 28-416 6,0

Hemoglobina 0,34 100-700 -

Fonte: Hurrell, 1997.

Dentre os sais de ferro solúveis em água, o representante mais comum é o sulfato ferroso. Sua solubilidade é instantânea no estômago. A absorção pode variar de

aproximadamente 1% a 50%, dependendo do estado nutricional de ferro do indivíduo,

da presença de inibidores e estimuladores na dieta, além do conteúdo de ferro desta. A

desvantagem do sulfato ferroso é que ele pode reagir com substâncias que estão naturalmente presentes nos alimentos, podendo causar alterações sensoriais (cor, odor,

gosto e cheiro) nos alimentos. O custo é relativamente baixo em comparação a outros

sais de ferro (PAHO, 2002).

Os compostos incluídos no segundo grupo dissolvem lentamente no estômago. O principal componente dessa categoria é o fumarato ferroso. Ao contrário do sulfato ferroso, sofre pouca interação com os alimentos, causando poucas alterações sensoriais.

37

Por isso, é utilizado na fortificação de cereais infantis e bebidas achocolatadas (PAHO, 2002).

Os sais de ferro insolúveis em água e pouco solúveis em ácidos diluídos são amplamente utilizados na indústria de alimentos em países industrializados por não

interferirem nas propriedades sensoriais dos alimentos. Entretanto, sua contribuição

para promoção do estado nutricional de ferro é questionável por apresentar baixa solubilidade e absorção. O pirofosfato férrico e o ortofosfato férrico utilizados em cereais matinais e outros produtos fortificados na América do Norte também não são

recomendados para fortificação devido à baixa solubilidade e absorção em humanos

(PAHO, 2002).

No último grupo, incluem os sais de ferro quelatos, ou seja, o ferro é protegido de inibidores presentes na alimentação, sendo essa sua maior vantagem na fortificação alimentar. Seu representante mais comum é o NaFeEDTA. Sua absorção é três vezes maior na presença de inibidores como fitato nos cereais em comparação ao sulfato ferroso. Porém, pode causar mudanças inaceitáveis na coloração de alguns veículos alimentares, além de apresentar maior custo em comparação a outros sais de ferro.

Outro componente quelato disponível para uso em programas de fortificação é o amino ácido quelato, também conhecido como ferro amino quelato, que existe sob duas formas: o diglicinato ferroso e o triglicinato férrico. A absorção do diglicinato ferroso é

de 1,1 a 5,0 vezes maior que o sulfato ferroso, porém menor que o NaFeEDTA. Pode

alterar a cor de alguns veículos de fortificação como a farinha, entretanto parece apresentar um bom efeito nos leites fortificados. O custo é 15 a 25 vezes maior que o

sulfato ferroso. O triglicinato férrico causa menor reação nos alimentos, mas a biodisponibilidade é menor que o diglicinato ferroso (PAHO, 2002).

Os custos diretos da fortificação alimentar são extraordinariamente baixos, comparados com os custos sociais da deficiência. Na maioria dos casos, de acordo com

o Banco Mundial, este custo é menor que um dólar por ano para proteger o indivíduo

contra deficiência de vitamina A, ferro e iodo. Com relação à deficiência de ferro o custo é menor que US\$ 0,10 (PAHO, 2002).

2.6 FORTIFICAÇÃO ALIMENTAR COM FERRO NO BRASIL

Nas últimas décadas, os estudos sobre a fortificação alimentar com ferro no país têm sido conduzidos na tentativa de encontrar uma maneira viável para controle da anemia ferropriva na população. Os pesquisadores têm utilizado vários tipos de

38 alimentos e também diferentes sais de ferro para o combate da deficiência nutricional. A

tabela 4 apresenta esses estudos conduzidos no país com suas características.

Tabela 4: Estudos sobre fortificação alimentar com ferro no Brasil e suas características.

Autor / Ano Veículo alimentar Sal de ferro Redução da anemia Duração do estudo

Nogueira *et al.*

(1992)

Biscoitos Hemoglobina

bovina

75% para 0% 3 meses

Dutra de Oliveira *et*

al. (1994)

Água Sulfato ferroso 58% para 3% 8 meses

Torres *et al.* (1995) Leite em pó Sulfato ferroso +
vitamina C
66,4% para 20,6%
72,8% para 18,0%
6 meses
Torres *et al.* (1996) Leite ferro aminoácido
quelato
62,3%, para 26,4% 12 meses
Braga (1996) Fórmula láctea Sulfato ferroso +
ácido ascórbico
- 6 meses
Fisberg *et al.*
(1998b)
Biscoitos e pães Ferro aminoquelato 32% para 11% 2 meses
Ferreira (2000) Leite Sulfato ferroso +
vitamina C
63,24% para 33,82% 6 meses
Giorgini *et al.*
(2001)
Pães Ferro quelato 62% para 22% 6 meses
De Paula e Fisberg
(2001)
Açúcar Triglicinato quelato 38,1% para 19,7%
29,4% para 19,6%
6 meses
Tuma *et al.* (2003) Farinha de mandioca Ferro aminoquelato 22,7% para 8,0% 4
meses
Fisberg *et al.* (2003) Feijão em pó Pirofosfato férrico 13% para 0% 4 meses
Almeida *et al.*
(2003)
Suco de laranja Sulfato ferroso 60% para 20% 4 meses
Beinner *et al.* (2005) Água Sulfato ferroso 43,2% para 21% 8 meses
Almeida *et al.*
(2005)
Água Sulfato ferroso +
vitamina C
45,9% para 31,1% 6 meses
Beinner *et al.* (2009) Arroz Pirofosfato férrico 69,1% para 25% 5 meses
Bagni *et al.* (2009) Arroz Biglicinato quelato 37,8% para 23,3% 4 meses

Utilização do leite como veículo.

O leite de vaca apresenta pequena concentração de ferro, sendo este de baixa biodisponibilidade, além de provocar perdas sanguíneas pelo trato gastrointestinal, contribuindo para aumentar a ocorrência de anemia nos lactentes. Por ser um alimento

muito utilizado na infância, sua fortificação seria uma alternativa para aumentar o aporte de ferro em crianças (TORRES *et al.*, 2000).

TORRES *et al.* (1995) avaliaram o impacto do uso do leite em pó integral fortificado com 9 mg de ferro e 65 mg de vitamina C para cada 100g do pó, por um período de 6 meses. Para isso, foram avaliadas 107 crianças de creches municipais e 228

de uma Unidade Básica de Saúde (UBS) de São Paulo. Antes da intervenção, 66,4% das crianças das creches e 72,8% da UBS apresentavam anemia. Após seis meses de uso do leite fortificado com ferro, esses percentuais reduziram para 20,6% nas creches e 18,0% na UBS.

Em outro estudo realizado por TORRES *et al.* (1996), os autores utilizaram 3mg de ferro aminoácido quelato por litro de leite. Durante 12 meses, 239 crianças receberam 1 litro de leite fortificado por dia. Antes do início da fortificação, a prevalência de anemia era de 62,3%. Após seis meses esse percentual reduziu para 41,8% e ao final de um ano, a 26,4%. Nos dois estudos, observou-se redução na prevalência de anemia, porém constata-se que a redução foi maior quando se utilizou o leite em pó com ferro e vitamina C, podendo essa redução ser devido ao fato da vitamina C facilitar a absorção de ferro.

BRAGA (1996) realizou uma pesquisa com 102 crianças de dois a seis anos de idade, pertencentes a famílias de baixo nível socioeconômico, que frequentavam creches municipais da cidade de São Paulo, utilizando uma fórmula láctea com 14 mg de ferro e 100 mg de ácido ascórbico, durante 180 dias. Ao final do estudo ocorreu aumento significativo tanto nos índices antropométricos como nos níveis médios de hemoglobina e de hematócrito, entre o início do estudo (Hb:12.08±0.66g/dL; Htc:35.74±1.92) e o final (Hb:12.69±0.66g/dL; Htc: 37.85±1.90). Os autores concluíram que os pré-escolares poderiam se beneficiar da prevenção da anemia ferropriva, com a introdução de um alimento fortificado com ferro, para uso na merenda escolar.

FERREIRA (2000) avaliou 111 crianças, com idade entre quatro e seis meses, divididas em dois grupos: 68 no experimento, que receberam a fórmula láctea 40 fortificada com ferro e 43 no controle, que receberam leite de vaca integral em pó, durante um período de seis meses. No início do estudo, a prevalência de anemia era de 63,24% no grupo experimento e de 67,44% no grupo controle e, ao final do estudo, este percentual estava reduzido a 33,82% no grupo experimento, elevando-se para 72,09% no grupo controle.

Entretanto, a efetividade dos leites fortificados com ferro na prevenção da anemia depende da regularidade do consumo, da quantidade e da biodisponibilidade do ferro utilizado na fortificação. Outro ponto que também deve ser questionado é o custo desse leite após a fortificação, que inviabilizaria seu uso em famílias de baixa renda, pois são normalmente as mais necessitadas.

Fortificação de biscoitos, pães e arroz.

Em 1992, foi realizado um estudo no nordeste do Brasil com objetivo de avaliar o efeito da introdução de biscoitos fortificados com concentrado de hemoglobina bovina

em 16 crianças entre dois e quatro anos de idade. Foram oferecidos cinco biscoitos (4mg Fe/dia) por dia durante três meses. Houve aumento da concentração de hemoglobina em todas as crianças, de $9,4 \pm 2,6$ g/dL para $13,2 \pm 0,2$ g/dL ao final do estudo. A prevalência de anemia no início do estudo foi de 75%, sendo que no final, nenhuma criança apresentou anemia (NOGUEIRA *et al.*, 1992).

Um projeto desenvolvido com 1500 crianças de creches da cidade de Barueri, São Paulo, utilizando biscoitos e pães fortificados com ferro aminoquelato, na dose de 2 mg/dia, mostrou redução dos níveis de anemia de 32% para 11%, em um período de 2 meses de intervenção, com alteração positiva para os índices antropométricos peso/altura e altura/idade (FISBERG *et al.*, 1998b).

Giorgini *et al.* (2001) acompanharam, durante seis meses, 89 pré-escolares que receberam dois pães fortificados com 2mg de ferro quelato cada (4 mg de ferro quelato/dia). Após seis meses de intervenção, houve uma redução significativa na prevalência de anemia de 62% para 22%. O nível médio de hemoglobina aumentou 1,10g/dL, sendo que nas crianças anêmicas esse aumento foi maior (1,42g/dL). Os índices antropométricos peso/idade e altura/idade aumentaram significativamente. O problema da fortificação de pães e biscoitos é que esses alimentos não são consumidos em quantidades suficientes para suprir a necessidade do lactente, e muitas vezes, nem fazem parte do hábito alimentar dessa faixa etária, grupo de maior risco para anemia.

Outro alimento recentemente estudado como veículo de fortificação é o arroz. Um dos estudos foi desenvolvido em quatro creches do Rio de Janeiro (RJ), sendo as crianças do grupo intervenção (n= 180) atendidas em duas creches e o grupo controle (n= 174) nas outras duas creches. Observou-se aumento na concentração de hemoglobina em ambos os grupos, sendo que a redução na prevalência de anemia no grupo intervenção foi de 37,8% para 23,3% e para o grupo controle foi de 45,4% para 33,3%, não havendo diferença na redução entre os grupos. Segundo os autores, a quantidade total de ferro disponibilizada não foi suficiente para alcançar resultados mais expressivos no grupo intervenção, após quatro meses de estudo (BAGNI *et al.*, 2009). O outro estudo foi realizado com famílias da região metropolitana de Belo Horizonte. Um grupo de 84 crianças recebeu arroz fortificado com ferro (23 mg Fe/dia) e outro grupo recebeu sulfato ferroso (25g Fe/L). Após cinco meses de intervenção, observou-se redução na prevalência de anemia em ambos os grupos, sendo a prevalência inicial de 100% em ambos os grupos, reduzindo para 61,9% para o grupo que recebeu o arroz fortificado e 85,6% para o grupo que recebeu o sulfato ferroso, com diferença

significante entre os grupos (BEINNER et al., 2009).

Em relação ao arroz, são necessários mais estudos para se avaliar a periodicidade e a dose necessária desse veículo de fortificação, para se alcançar efeitos preventivos e/ou curativos significativos, bem como verificar a influência da utilização simultânea com outros suplementos contendo ferro.

Fortificação da água para o consumo humano.

A adição de ferro à água potável é uma alternativa para prevenir a sua deficiência. Pode-se atingir uma grande parte da população brasileira de todas as camadas sociais, pelo acesso à água potável em nosso país. A água potável, além de

servir para beber, é utilizada na preparação de alimentos, o que contribuiria ainda mais

para aumentar a ingestão de ferro (FERREIRA et al., 1991).

Em Ribeirão Preto (SP), Dutra de Oliveira et al. (1994) acompanharam 31 crianças, de dois a seis anos, durante um período de oito meses, consumindo água

fortificada com ferro (20mg de Fe/ L) em creches. Os autores observaram uma redução

significante da prevalência da anemia, com 58% antes da fortificação, para 16% após 4

42

meses de fortificação e 3% ao final do estudo, após 8 meses. O nível médio de hemoglobina passou de $10,6 \pm 1,1$ g/dL, para $12,1 \pm 1,4$ g/dL aos quatro meses e para $13,0 \pm 1,1$ g/dL aos oito meses de estudo. Posteriormente, Almeida et al. (2005) acompanharam 150 crianças atendidas em seis creches de Ribeirão Preto. As crianças

foram divididas em 2 grupos: o grupo intervenção (n=74) na qual as crianças receberam

10mg de Fe/L com acréscimo de 100mg de vitamina C, e o grupo comparação (n=76)

onde as crianças receberam 100mg de vitamina C. Após seis meses de intervenção, a

prevalência de anemia reduziu de 45,9% para 31,1%, no grupo intervenção e 31,6%

para 17,1%, no grupo comparação. Observou-se aumento significativo na média de hemoglobina em ambos os grupos, sendo que no grupo intervenção a média inicial foi

de $10,98 \pm 1,66$ g/dL para $11,54 \pm 1,35$ g/dL, e no grupo comparação os valores foram de

$11,13 \pm 1,28$ g/dL para $11,95 \pm 1,22$ g/dL.

Em Diamantina (MG), utilizando-se a água fortificada na concentração de 12mg de Fe/L com 90mg/L de vitamina C em 160 crianças de creches por um período de oito

meses, encontrou-se redução da prevalência de anemia de 43,2% para 21% ao final do

estudo. Observou-se aumento estatisticamente significativo da média de hemoglobina

aos oito meses ($11,8 \pm 1,3$ g/dL para $12,4 \pm 0,93$ g/dL). Também se observou melhora significativa nos índices antropométricos peso/idade, altura/idade e peso/altura e no

no

crescimento das crianças após a intervenção ($p < 0,05$) (BEINNER *et al.*, 2005). A desvantagem do uso da água para fortificação é que abrangeria não só as crianças que apresentam maior necessidade de ferro, mas também, todos os membros da família. Porém deve-se levar em consideração que as quantidades de ferro utilizadas na fortificação são preventivas, o que não acarretaria intoxicação nos outros membros da família que não necessitassem desse mineral, além disso, a absorção de ferro está relacionada com a necessidade deste pelo organismo. E por fim, essa técnica poderia ser empregada apenas para grupos vulneráveis, como as crianças atendidas em creches.

Outros veículos de fortificação.

Outro veículo para fortificação pode ser o açúcar. De Paula e Fisberg (2001) utilizaram 20g de açúcar fortificado adicionado ao suco de laranja em um estudo com 93 crianças de 10 a 48 meses, por um período de seis meses. As crianças foram divididas em dois grupos: o grupo 1 recebeu 10mg de ferro/Kg de açúcar e o grupo 2 100mg de ferro/Kg de açúcar. A prevalência de anemia antes da intervenção no grupo 1 foi de 38,1% e 29,4% no grupo 2. Após a intervenção houve redução significativa para 19,7% e 19,6% para o grupo 1 e 2; respectivamente ($p = 0,01$). Em ambos os grupos o aumento médio de hemoglobina foi de 0,4g/dL, e quando considerou-se apenas crianças anêmicas esse aumento foi de 1,4g/dL ($p < 0,001$). Nota-se que ambos os grupos apresentaram melhora no estado nutricional de ferro, não havendo diferença entre eles.

Com isso, poderia sugerir que a fortificação do açúcar com 10mg de ferro/Kg seria o mais adequado em decorrência da redução do custo do açúcar, já que o efeito é o mesmo nas duas concentrações de ferro (10mg de ferro/Kg versus 100mg de ferro/Kg).

TUMA *et al.* (2003) avaliaram o impacto da farinha de mandioca fortificada com ferro aminoquelato em 80 pré-escolares de uma Unidade Filantrópica de Manaus, durante um período de quatro meses. A prevalência de anemia reduziu de 22,7% para 8,0% ao final do estudo ($p < 0,05$). Segundo os autores a farinha de mandioca é um alimento de grande produção e consumo na região norte do país, sendo uma promissora na prevenção da anemia ferropriva.

Em São Paulo, estudo utilizou o feijão em pó enriquecido com ferro no combate da anemia de 85 crianças entre dois e cinco anos de idade durante quatro meses. Observou-se melhora nos padrões antropométricos da amostra analisada, porém sem diferenças significantes. Em relação à prevalência de anemia houve redução

significante, com prevalência de 13% antes da fortificação e ausência de anemia no grupo suplementado ao final do estudo (FISBERG *et al.*, 2003). ALMEIDA *et al.* (2003) utilizaram como veículo para fortificação o suco de laranja, amplamente produzido no Brasil e rico em vitamina C que facilita a absorção de ferro. Foram avaliadas 50 crianças que receberam suco de laranja fortificado (10mg de sulfato ferroso/100ml de concentrado de suco de laranja) com ferro em duas porções diárias durante quatro meses. A prevalência de anemia reduziu de 60% para 20% ao final do estudo, sendo que a média de hemoglobina aumentou de $10,48 \pm 1,66$ g/dL para $11,60 \pm 1,09$ g/dL ($p = 0,00003$). Desse modo, o consumo de suco de laranja fortificado com ferro mostrou ser estratégia adequada para complementar a ingestão de ferro em crianças.

Em relação aos veículos fortificantes apresentados, é necessário salientar que o açúcar apresenta desvantagens como veículo fortificante devido a fatores como a quantidade necessária para sua efetividade, além do problema de cárie, muito comum na faixa etária infantil. Em relação à farinha de mandioca, essa é habitualmente consumida na região norte, porém as outras regiões do país não apresentam esse mesmo hábito. O

44
mesmo acontece com o feijão em pó enriquecido, que não faz parte do hábito alimentar da população brasileira, além do seu custo que deve ser superior aos outros feijões, o que inviabilizaria sua aquisição. E por fim, o suco de laranja que apesar de fazer parte do hábito alimentar da população brasileira e da sua grande produção no país, os sucos industrializados não apresentam essa mesma característica.

2.7 CONCLUSÃO

A elevada prevalência de anemia e deficiência de ferro na infância, praticamente em todas as regiões do país, caracteriza a anemia ferropriva como importante problema de saúde pública, além dos prejuízos que acarreta à saúde. Portanto, a fortificação alimentar pode ser uma estratégia viável nos países em desenvolvimento para o combate dessa carência nutricional. Porém, é necessário a implementação de programas nacionais de fortificação de alimentos que atinjam toda a população, principalmente grupos mais vulneráveis e a monitorização constante destes programas em relação a sua efetividade.