**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Farinha de trigo: consumo da população brasileira e sua implicação
na ingestão de ferro e ácido fólico**

Letícia Corassa Neves

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2017**

Letícia Corassa Neves
Bacharel em Ciências dos Alimentos

**Farinha de trigo: consumo da população brasileira e sua implicação na
ingestão de ferro e ácido fólico**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Profa. Dra. **MARINA VIEIRA DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Neves, Letícia Corassa

Farinha de trigo: consumo da população brasileira e sua implicação na ingestão de ferro e ácido fólico / Letícia Corassa Neves. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2017.
76 p.

Dissertação (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Alimentos 2. Fortificação 3. Pesquisa de orçamentos familiares
4. Consumo alimentar I. Título

*A minha mãe, Marilda Corassa, por ser essa
mulher tão forte, sempre me incentivando no
estudo e me apoiando sem medir esforços*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus pois Ele que me dá forças para seguir em frente.

À Prof^a Dr^a Marina Vieira da Silva pelo ensinamento, orientação e confiança.

À minha mãe, Marilda Corassa, meu ‘porto seguro’, por estar presente em minha vida em todos os momentos, me apoiando, sem medir esforços, para que eu alcance meus sonhos.

À minha avó materna Francisca Junqueira Corassa, *in memoriam*, por ser minha segunda mãe. De onde estiver, sei que está iluminando meu caminho e estará sempre em meu coração.

Ao meu namorado Roberto Marques, pelo amor e carinho e por ser esse companheiro em todos os momentos.

À minha irmã, Vanessa Corassa, por me incentivar nos estudos.

À minha amiga Nataly Maria Vida de Toledo, pela preciosa amizade, companheirismo e por compartilhar comigo, com muito carinho, tantos momentos nessa trajetória.

À minha amiga Flávia Lisboa Machado, pela amizade, carinho e companheirismo há tantos anos.

Às amigas Lu Soares, Mariana Finotti e Bruna Castilho, pelo respeito e amizade.

Às amigas Renata Brito, Jacqueline Gerage e Marina Miquilini pelo grande apoio.

Aos amigos Gilberta da Conceição e Anderson da Silva, pela disponibilidade em ajudar.

Ao Prof. Dr. Rodolfo Hoffmann pela ajuda com os bancos de dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF).

À Prof^a Dr^a Solange Guidolin Caniatti Brazaca e Prof^a Dr^a Carmen Sílvia Fávaro Trindade, da FZEA/USP, pelos ensinamentos.

Aos funcionários Fábio B. Rodrigues e Regina C.C. Marafon, pela prestatividade com que sempre me atenderam.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que permitiu a realização da pesquisa.

A todos que estiveram presentes nessa trajetória, meus sinceros agradecimentos.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE QUADROS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE SIGLAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Consumo Alimentar	19
2.2 Recomendações nutricionais para ingestão de ferro	21
2.3 Ingestão do ácido fólico e sua importância para a saúde	26
2.4 O impacto da fortificação de alimentos com ferro e ácido fólico na saúde da população	29
2.5 Avaliação da fortificação da farinha de trigo no Brasil	34
2.6 Interferência do processamento nos compostos de ferro e ácido fólico	38
3. METODOLOGIA	43
3.1 Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF)	43
3.2 Base de dados	44
3.3 Análises estatísticas	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Consumo de ferro e ácido fólico pela população brasileira	49
4.2 Consumo de ferro e ácido fólico pela população brasileira, de acordo com as regiões brasileiras	50
4.3 Consumo de ferro e ácido fólico de acordo com a faixa etária (a partir de 10 anos de idade)	52
4.4 Características do consumo de nutrientes segundo condição de recebimento do Programa Bolsa Família	55
4.5 Consumo de ferro e ácido fólico a partir de farinha de trigo	60
5 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	75

RESUMO

Farinha de trigo: consumo da população brasileira e sua implicação na ingestão de ferro e ácido fólico

A deficiência de micronutrientes é um problema a ser enfrentado mundialmente. O ferro é um mineral essencial para a homeostase celular, importante no transporte de oxigênio, na síntese de DNA e no metabolismo energético. O ácido fólico é uma vitamina essencial para a síntese dos ácidos nucleicos sendo muito importante na gravidez. Para prevenir a deficiência de ferro e ácido fólico no Brasil, em 2002, o Ministério da Saúde - MS, por meio da RDC Nº344, determinou a fortificação mandatória das farinhas de trigo e milho com ferro e ácido fólico. O objetivo do estudo foi avaliar o consumo de alimentos elaborados à base de farinha de trigo a fim de identificar qual a contribuição desses alimentos para a ingestão de ferro e ácido fólico, além de identificar qual o consumo desses micronutrientes pela população, relacionando os aspectos demográficos e socioeconômicos. Utilizou-se como base de dados as informações do bloco consumo alimentar da POF 2008-2009, realizada pelo IBGE, envolvendo 34.003 indivíduos com idade de 10 anos ou mais. A média da ingestão diária de ferro da população brasileira foi 11,62mg e para o folato 278,07µg. O maior consumo (médio) de ferro (12,43mg) foi encontrado na dieta da população dos estados do sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro) e o menor valor, 10,77mg, na região Nordeste. O maior valor de folato (308,22µg) foi observado para Região Sudeste (excetuando-se o estado de São Paulo) e o menor valor (36,96µg), foi identificado para a região Norte. Quando se considera a ingestão de acordo com os estratos etários, o menor consumo de ferro e ácido fólico foi identificado entre os indivíduos mais velhos (71 anos ou mais). Comparando o consumo de ácido fólico e ferro entre os beneficiários e não beneficiários do PBF, são notados valores menores para beneficiários do PBF. Observa-se que o ferro proveniente da farinha de trigo representa uma média de 16,87% do total de ferro consumido pela população por meio da dieta alimentar nas regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste (exceto São Paulo) e Centro-Oeste, já o ácido fólico proveniente da farinha de trigo, representa uma média de 25,33% do total de ferro consumido pela população por meio da dieta alimentar nas regiões citadas acima. No Estado de São Paulo, a participação da farinha de trigo no total do consumo de ferro e ácido fólico é maior, contribuindo com 24,44% e 37,51%, respectivamente. Esses resultados mostram que a estratégia de fortificação mandatória das farinhas de trigo e milho com ferro e ácido fólico deve ser avaliada com cautela considerando a variação do consumo dos indivíduos em função dos níveis socioeconômicos, idade, sexo e, principalmente, entre regiões do Brasil. Mesmo após a determinação de novos parâmetros para a fortificação, há a necessidade do monitoramento constante por parte do MS a fim acompanhar a efetividade do programa para evitar que parte da população esteja consumindo ferro e ácido fólico em excesso.

Palavras-chave: Alimentos; Fortificação; Pesquisa de orçamentos familiares; Consumo alimentar

ABSTRACT

Wheat flour: consumption of the Brazilian population and its implication in the intake of iron and folic acid

Micronutrient deficiency is a problem to be faced worldwide. Iron is an essential mineral for cellular homeostasis, important to oxygen transport, DNA synthesis and energy metabolism. Folic acid is an essential vitamin for a nucleic acid symptom being very important in pregnancy. To prevent a deficiency of iron and folic acid in Brazil, in 2002, the Ministry of Health, through RDC Nº344, determined the mandatory fortification of wheat and corn flours with iron and folic acid. The objective of the study was to evaluate the consumption of processed wheat flour foods in order to identify the participation of these foods in the intake of iron and folic acid, as well as to identify the consumption of these micronutrients by the population, relating the demographic and socioeconomic variables. Data from the Food Consumption Block of the Household Budget Survey (POF 2008-2009), carried out by the IBGE, involving 34.003 individuals, with at least 10 years-old. The average daily iron intake was 11.62mg and for folate, the mean daily ingested value was 278.07µg. The highest iron intake (12.43mg) was found in the diet of the population of the southeastern states (Minas Gerais, Espírito Santo and Rio de Janeiro) and the lowest value, 10.77mg, in the Northeast region. The highest value of folate (308.22µg) was observed for the Southeast Region (except for the state of São Paulo) and the lowest value (36.96µg) was identified for the North region. When intake is considered according to age groups, the lowest intake of iron and folic acid was identified among older individuals (71 years or older). Comparing the consumption of folic acid and iron among the beneficiaries and non-beneficiaries of the PBF, smaller values are noticed for beneficiaries of the PBF. It is observed that iron from wheat flour represents an average of 16.87% of the total iron consumed by the population through the diet in the North, Northeast, South, Southeast (except São Paulo) and Central-West regions, while folic acid from wheat flour represents an average of 25.33% of the total iron consumed by the population through the diet in the regions mentioned above. In the State of São Paulo, the share of wheat flour in total consumption of iron and folic acid is higher, contributing 24.44% and 37.51%, respectively. These results show that the mandatory fortification strategy of wheat and corn flours with folic acid may lead to an excessive intake of iron by certain groups of the population. Even after determining new parameters for fortification, there is a need for constant monitoring by the MS in order to monitor the effectiveness of the program to avoid that part of the population is consuming iron and excess folic acid.

Keywords: Food; Fortification; Household budget survey; Food consumption

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ingestão diária recomendada (IDR) de ferro.....	22
Quadro 2 - Classificação das dietas de acordo com sua biodisponibilidade de ferro.....	24
Quadro 3 - Ingestão diária máxima tolerável (UL) de ferro.....	26
Quadro 4 - Ingestão diária recomendada (IDR) equivalente ao folato proveniente da dieta.....	27
Quadro 5 - Ingestão diária máxima tolerável (UL) de ácido fólico.....	28
Quadro 6 - Níveis médios recomendados de ferro e ácido fólico para adição na farinha de trigo de baixa extração, com base no consumo <i>per capita</i> da população.....	33
Quadro 7 - Níveis médios recomendados de ferro e ácido fólico para adição na farinha de trigo de alta extração, com base no consumo <i>per capita</i> da população.....	33
Quadro 8 - Características dos compostos de ferro comumente usados na fortificação de alimentos.....	39
Quadro 9 - Número de setores selecionados, total de domicílios entrevistados na amostra e no módulo consumo alimentar e número de pessoas na subamostra, segundo as Unidades Federativas, no período de 2008-2009.....	45
Quadro 10 - Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitamina A e vitamina C, estimulantes na absorção do ferro.....	46
Quadro 11 - Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cálcio, zinco, cobre, manganês e fibras, inibidores na absorção de ferro.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Renda, escolaridade, ingestão diária de ferro, folato e interferentes na absorção do ferro da população brasileira (BRASIL, 2008-2009)	49
Tabela 2 - Ingestão diária de macronutrientes, ferro, folato e interferentes na absorção do ferro da população brasileira por região e no estado de São Paulo (BRASIL, 2008-2009)	51
Tabela 3 - Ingestão diária de macronutrientes, ferro, folato e interferentes na absorção do ferro da população brasileira, por faixa etária (BRASIL, 2008-2009)	53
Tabela 4 - Ingestão diária de energia de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), segundo local do domicílio, sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009.....	55
Tabela 5 - Ingestão diária de vitamina A e vitamina C, de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009.....	57
Tabela 6 - Ingestão diária de minerais e fibras de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009.....	58
Tabela 7 - Ingestão diária de ferro e folato oriundos da farinha de trigo, por região e estado de São Paulo. BRASIL, 2008-2009.....	60

LISTA DE SIGLAS

ABITRIGO	Associação Brasileira das Indústrias de Trigo
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CVS	Centro de Vigilância Sanitária
DOU	Diário Oficial da União
FAO	Food and Agriculture Organization
FIEP	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAL	Instituto Adolfo Lutz
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
MS	Ministério da Saúde
NAS	National Academy of Sciences
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Panamericana da Saúde
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SES	Secretaria de Estado da Saúde

LISTA DE ABREVIATURAS

DP	Desvio padrão
DRI	Dietary Reference Intakes
DTN	Defeitos do tubo neural
g	Grama
HCM	Hemoglobina corpuscular média
IDR	Ingestão diária recomendada
kg	Kilograma
kcal	Quilocalorias
L	Litro
mg	Miligrama
PBF	Programa Bolsa Família
POF	Pesquisa de orçamentos familiares
ppm	Partes por milhão
VCM	Volume corpuscular médio
VET	Valor energético total
µg	Micrograma

1. INTRODUÇÃO

A insuficiência de micronutrientes afeta cerca de um terço da população mundial e está fortemente relacionada à carência de ferro, iodo e vitamina A. Entretanto, desde o final da última década, outros nutrientes passaram a ter destaque no âmbito da saúde pública, incluindo vitamina D, zinco e ácido fólico (FAO, 2010).

A deficiência de ferro é a carência nutricional em maior escala no mundo e sua forma mais grave é a anemia ferropriva, que ocorre após um longo período de deficiência de ferro.

Horton e Ross (2003) relatam que o déficit de ferro pode trazer consequências socioeconômicas negativas para um país, além de prejudicar o desenvolvimento cognitivo, aumentar a mortalidade materna e infantil, diminuir o desempenho do indivíduo adulto no trabalho e a capacidade de aprendizagem de crianças escolares e ainda comprometer o sistema imune, aumentando a predisposição a infecções (HORTON E ROSS, 2003; WHO, 2001).

A fim de diminuir os casos de deficiência de ferro no Brasil, incluindo sua manifestação mais severa, a anemia ferropriva, em 2002, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, atendendo as recomendações da Organização Mundial da Saúde - OMS e Organização Panamericana da Saúde - OPAS, publicou a RDC Nº 344 - Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico, tornando obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e milho com ferro e ácido fólico, devendo as mesmas conter para cada 100g no mínimo 4,2mg de ferro e 150µg de ácido fólico (BRASIL, 2002).

O ácido fólico foi incluído na estratégia de fortificação das farinhas de trigo e milho devido à associação da vitamina na prevenção de defeitos do tubo neural – DTN, em fetos. A fortificação de alimentos com ácido fólico foi criada para aumentar a ingestão dessa vitamina entre as mulheres em idade reprodutiva a fim de reduzir o risco de DTN (BOEN et al., 2008).

Dados publicados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2003, no Atlas Mundial de Defeitos Congênitos, evidenciam a alta incidência de DTN no Brasil. Nesta pesquisa, foram analisados dados de 41 países no período de 1993 a 1998. Na classificação dos países com relação a incidência de anencefalia e espinha bífida (casos mais frequentes de DTN) o Brasil ficou em quarto lugar, atrás apenas do México, Chile e Paraguai (WHO, 2003).

Além disso, a ingestão inadequada de ácido fólico pelas gestantes ainda está relacionada a complicações na gravidez, parto prematuro e baixo peso do recém-nascido (GUERRA-SHINOHARA et al., 2004).

A deficiência de ácido fólico também pode desencadear a anemia megaloblástica, que consiste em uma alteração hematológica com características específicas como a presença de hemácias em tamanho maior que o normal e neutrófilos hipersegmentados (BLENCOWE et al., 2010).

A fortificação de alimentos vem sendo utilizada como um recurso de baixo custo na prevenção de carências nutricionais em muitos países, desenvolvidos e em desenvolvimento e diversos alimentos têm sido utilizados, mostrando-se eficientes e bem tolerados (MORAES et al., 2009).

Referindo-se à fortificação como estratégia no combate à deficiência de micronutrientes na população mundial, o Banco Mundial afirma que “nenhuma outra tecnologia oferece oportunidade de melhorar vidas a tão baixo custo e em tão curto espaço de tempo” (WHO, 2001).

Para obtenção de resultados positivos, a escolha do composto a ser utilizado é uma etapa de grande importância e vários aspectos devem ser considerados, como a estabilidade do composto, a disponibilidade de absorção pelo organismo e a capacidade de conservação das características organolépticas do alimento após a adição do micronutriente (MARQUES et al., 2012).

Para garantir a segurança alimentar da população consumidora, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO , apresenta orientações para projetos de política pública sobre fortificação de alimentos com vitaminas e minerais, entre eles, a importância da escolha correta do alimento usado como veículo, a biodisponibilidade dos compostos que serão permitidos e a concentração do micronutriente no produto final, para que a quantidade seja efetiva para os casos de deficiência e também segura para que não resulte na ingestão excessiva (FAO, 2003).

Porém, há a necessidade de um monitoramento constante dos programas de fortificação de alimentos com micronutrientes. Estudos de avaliação do programa de fortificação das farinhas no Brasil mostram que há uma grande variação nos resultados do teor de ferro e ácido fólico nas farinhas comercializadas. Há amostras que contém concentrações menores do que o valor recomendado, em contrapartida, há amostras de farinha com valores acima do limite, resultando na exposição da

população a concentrações inadequadas de ferro e ácido fólico (BOEN et al., 2008; BUZZO et al., 2012; SOUZA NETO et al., 2012; SÃO PAULO, 2015).

O sistema utilizado para enriquecimento das farinhas nos moinhos pode interferir na padronização do produto. A homogeneização dos micronutrientes das farinhas é uma das etapas fundamentais para o êxito no processo de fortificação. Porém, os moinhos ainda encontram dificuldades na etapa de fortificação das farinhas, como pode ser observado pela variação na concentração dos nutrientes fortificados entre lotes de uma mesma marca. O enriquecimento das farinhas pode ser por sistema pneumático, em que o *mix* de micronutrientes é despejado em um “tubo de venturi” que o injeta no fluxo de ar ou por despejo direto no fluxo da farinha, no sistema mecânico que alimenta os silos do produto final (GERMANI et al., 2001).

Para monitoramento dos resultados, há empresas que se restringem apenas à regulação prévia do dosador de *mix* empregado na fortificação e uma avaliação periódica. Outras, apenas estimam a concentração de micronutrientes na farinha de acordo com a quantidade de *mix* utilizada na produção (SOUZA NETO et al., 2012).

A legislação é falha quando estabelece apenas um limite mínimo de ferro e ácido fólico para ser adicionado nas farinhas. Deveria haver uma faixa de valor considerada adequada para a fortificação desses micronutrientes, pois tanto a ingestão de ferro e ácido fólico em excesso causa danos ao organismo (KRAMER & FALCÃO, 2011; BASSOLI & MORENO, 2009).

O ferro é dificilmente eliminado pelo organismo e sua permanência por um período prolongado, aumenta as reações oxidativas, que estão associadas a diversos tipos de doenças crônicas não-transmissíveis, como o câncer e as doenças cardiovasculares, além de prejudicar a absorção de outros minerais, como o cobre, manganês e zinco (MARTÍNEZ-NAVARRETE et al., 2002).

Pesquisas indicam que o excesso de ácido fólico pode acarretar problemas à saúde, como a progressão de lesões pré-cancerosas existentes e surgimento de modificações epigenéticas em bebês, ainda no útero (BASSOLI & MORENO, 2009). Além disso, estudos sugerem que o excesso de ácido fólico pode mascarar a deficiência de cobalamina, agravando problemas neurológicos consequentes de uma prolongada deficiência da vitamina (PANIZ & GUERRA-SHINOHARA, 2015).

Tendo em vista os resultados insatisfatórios em relação ao teor de ferro e ácido fólico de amostras de farinha analisadas e compreendida a importância do programa de fortificação de farinhas para a prevenção da anemia ferropriva e DTN na população brasileira, a fortificação de farinhas foi incluída entre os temas prioritários de atuação regulatória para o biênio 2015/2016. A Anvisa teve como objetivo atualizar a lista dos compostos de ferro que podem ser usados na fortificação das farinhas e estabelecer limites máximos permitidos para o ferro e ácido fólico, visto que a atual legislação faz referência somente à quantidade mínima exigida (BRASIL, 2015).

As políticas públicas envolvendo fortificação de alimentos devem ser constantemente avaliadas a fim de verificar se o objetivo da intervenção está sendo alcançado. Para a fortificação de farinhas é importante que haja um acompanhamento na variação do consumo das farinhas e seus derivados ao longo do tempo, assim como na diferença de consumo entre as regiões. A partir de dados publicados pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é possível analisar as características da alimentação brasileira. Por meio dos dados individuais da POF é possível conhecer o consumo de farinha de trigo e seus derivados e seus condicionantes.

Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), em 2006, o consumo de trigo *per capita* no Brasil, por região, foi de: 62 kg/ano na região Sul, 59 kg/ano no Sudeste, 37 kg/ano no Nordeste, 23 kg/ano no Norte e 22 kg/ano na região Centro-Oeste. Os dados possibilitam identificar que há expressiva variação entre o consumo da população de acordo com as regiões, possivelmente decorrente da influência de fatores socioeconômicos e sociais (FIEP, 2015).

Essa variação no consumo de farinha de trigo entre as regiões do Brasil comprovam a necessidade de um acompanhamento na estratégia de fortificação de farinhas com o intuito de avaliar sua efetividade.

A disponibilidade domiciliar de alimentos difere entre as regiões do Brasil e como exemplo tem a farinha de trigo, cuja participação na região Sul é 4 a 6 vezes maior do que nas outras regiões do país (IBGE, 2010c).

Há também uma variação na disponibilidade média diária *per capita* de alimentos para consumo no domicílio quando são comparados os dados da POF 2002-2003 e POF 2008-2009. A participação da farinha de trigo no total de calorias diminuiu de 2,9% para 2,1% e em contrapartida, alimentos à base de trigo, como pão

francês e biscoito, tiveram aumento relativo, respectivamente, de 13% e 10%, no total de energia ingerida (IBGE, 2010c).

O objetivo principal do trabalho é avaliar o consumo de farinha de trigo no Brasil a partir dos dados publicados pelo IBGE na POF 2008-2009 e identificar sua contribuição para o total ingerido de ferro e ácido fólico pela população brasileira.

Os objetivos específicos são:

- Analisar os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2008/2009 no tocante ao consumo de farinha de trigo;
- Identificar a participação da farinha de trigo na ingestão de ferro e ácido fólico;
- Identificar o consumo de nutrientes que interferem na absorção de ferro;
- Analisar o consumo alimentar de ferro, ácido fólico e interferentes na absorção de ferro segundo condição de recebimento do Programa Bolsa Família (PBF)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Consumo Alimentar

As pesquisas de orçamentos familiares são estudos de corte transversal importantes para a busca de informações referentes à dieta, pois possuem uma padronização na coleta de dados, utilizam amostragem probabilística, que é objetiva, e determinam detalhadamente características socioeconômicas (LAGIOU & TRICHOPOULOU, 2001).

O principal objetivo das Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é disponibilizar informações sobre a composição orçamentária doméstica e condições de vida da população e também, gerar dados a respeito do perfil nutricional da população, a partir das informações sobre disponibilidade domiciliar de alimentos (IBGE, 2010c).

Porém, os dados da aquisição alimentar individual não permitem avaliar o consumo alimentar de cada indivíduo e desconsideram as refeições realizadas fora do domicílio. Considerando a necessidade de informações detalhadas sobre o consumo alimentar individual, o IBGE em parceria com o Ministério da Saúde, incluiu na POF 2008-2009 um módulo específico sobre este tema (IBGE, 2010d).

Os dados coletados sobre consumo alimentar individual viabilizam uma melhor compreensão sobre o perfil nutricional da população e servem como base para verificar mudanças nos hábitos alimentares.

A mudança no consumo alimentar no Brasil é um tema muito discutido no campo da nutrição. Os hábitos alimentares de uma população podem ser indicadores de qualidade de vida, pois além dos alimentos fornecerem os nutrientes essenciais ao bom funcionamento do organismo, destaca-se que há reconhecimento da importância da intensificação de pesquisas visando identificar as substâncias presentes e/ou adicionadas aos alimentos como fatores imprescindíveis na prevenção de doenças.

De acordo com a WHO (2003), diversos estudos mostram que hábitos alimentares inadequados estão associados à maior incidência de doenças crônicas não transmissíveis, como o *diabetes mellitus*, as doenças cardiovasculares, diversos tipos de câncer e a obesidade. O excesso de peso e a obesidade estão entre os principais fatores de risco para as doenças crônicas não transmissíveis. No Brasil, as

doenças crônicas não transmissíveis foram responsáveis, em 2009, por cerca de 72,4% do total de óbitos (SCHMIDT et al., 2011).

O consumo alimentar no Brasil vem sofrendo uma mudança na qualidade e quantidade dos produtos, alimentos com alto valor calórico e pobre em nutrientes estão sendo cada vez mais consumidos. A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 constatou um número de casos de 50% de excesso de peso na população adulta brasileira desencadeada por um alto consumo de alimentos ricos em gordura, açúcar e sal em contrapartida ao baixo consumo de alimentos ricos em fibras (IBGE, 2010a).

Estudos a partir de dados divulgados pela Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 concluem que há um excesso no consumo de açúcares livres e gorduras em todas as regiões do Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, além de um inadequado consumo de frutas, legumes e verduras em todas as regiões do país (LEVY et al., 2012)

Segundo Souza et al (2013), entre os alimentos mais consumidos pela população destacam-se o arroz, café, feijão, pão de sal e carne bovina sendo que as frutas e hortaliças, tem uma participação menor na alimentação. Ainda de acordo com os autores, não há uma variação significativa considerando o sexo, mas uma observação importante é o maior consumo de doces, bebida láctea e biscoitos doces e menor de hortaliças entre os adolescentes.

A variação no consumo alimentar da população brasileira é decorrente de diversos fatores, entre eles a situação econômica/rendimentos familiares (um dos mais importantes), urbanização, as mudanças demográficas, a composição das famílias, o nível educacional e a participação da mulher no mercado de trabalho.

Considerando a importância dos rendimentos familiares para o consumo alimentar, em outubro de 2003, no Brasil foi lançado o Programa Bolsa Família (PBF). Regulamentado pelo Decreto Nº 5.209/2004, o programa foi criado para alcançar a população brasileira considerada pobre e extremamente pobre (BRASIL, 2004). O PBF tem como objetivo promover o acesso à rede de serviços públicos, em especial de saúde, educação e assistência social e combater a pobreza e a fome, promovendo a segurança alimentar e nutricional (CAMARGO et al., 2013).

Um estudo a partir de amostra nacional representativa de famílias inscritas no PBF apresentou um aumento de 79% na quantidade de alimentos adquiridos por aquelas famílias que sofriam de insegurança alimentar grave antes de serem

atendidas pelo programa (INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES SOCIAIS E ECONÔMICAS, 2008).

Todavia, uma vez que o poder de aquisição dos alimentos de beneficiários do PBF aumentou com o programa, é imprescindível identificar quais alimentos estão sendo adquiridos. Segundo Lignani et al (2010) entre os beneficiários do PBF há um aumento no consumo de alimentos de alta densidade calórica, como o açúcar, alimentos processados e refrigerantes. É importante a criação de políticas públicas para erradicar a fome no país, porém, paralelamente, é essencial instruir a população sobre o aspecto nutricional dos alimentos e a importância de uma alimentação saudável.

Não sobram dúvidas sobre a necessidade de monitoramento constante dos hábitos alimentares da população para identificar os fatores que condicionam o estado nutricional da população e assim fornecer subsídios para que intervenções, como é o caso das políticas públicas da área, sejam elaboradas e implementadas de forma eficaz.

2.2 Recomendações nutricionais para ingestão de ferro

O ferro é um mineral essencial para a homeostase celular, sendo importante no transporte de oxigênio, na síntese de DNA e no metabolismo energético e para que ele desempenhe suas funções no organismo é necessário um equilíbrio na sua absorção, utilização e estoque (GROTTO, 2008). O quadro 1 apresenta a ingestão diária recomendada (IDR) de ferro segundo os estágios de vida.

Estágio de vida	Ingestão diária recomendada - IDR (mg)			
	Homens	Mulheres	Grávidas	Lactantes
Recém-nascidos até 6 meses	0,27*	0,27*	-	-
7-12 meses	11	11	-	-
1-3 anos	7	7	-	-
4-8 anos	10	10	-	-
9-13 anos	8	8	-	-
14-18 anos	11	15	27	10
19-50 anos	8	18	27	9
Mais de 51 anos	8	8	-	-

Observação: o traço (-) significa que não se aplica valor de IDR

Quadro 1 - Ingestão Diária Recomendada (IDR) para ferro.

Fonte: National Academy of Sciences (2001)

*consumo adequado – nível estabelecido para garantir adequação nutricional quando as evidências são insuficientes para determinar uma IDR

A deficiência de ferro aparece quando o ferro proveniente da dieta não satisfaz todas as necessidades fisiológicas e manifesta-se de forma mais severa como anemia ferropriva, que ocorre após um longo período da ingestão insuficiente desse nutriente (HORTON e ROSS, 2003).

A anemia pode ser determinada por diversos fatores, porém a principal causa é a deficiência de ferro, sendo estimado que 50% dos casos de anemia são decorrentes desta insuficiência de ferro (WHO, 2008).

A anemia é definida como uma concentração de hemoglobina abaixo do ponto de corte estabelecido e definido pela Organização Mundial de Saúde. Este ponto de corte é 110 g/L para mulheres grávidas e crianças entre 6 meses a 5 anos, 120 g/L para mulheres e 130 g/L para homens. Porém, fatores como altitude, raça e uso de cigarros podem interferir no ponto de corte para diagnosticar casos de anemia em uma população (WHO, 2001).

A anemia pode ser diagnosticada pela análise da concentração de hemoglobina no sangue ou com medições da proporção de células vermelhas (hematócritos) no sangue (WHO, 2001).

Pode-se considerar que a deficiência de ferro se desenvolve em três estágios. O primeiro estágio ocorre quando o corpo não tem mais estoque de ferro, mas a concentração de hemoglobina ainda se mantém acima dos níveis de corte estabelecidos. Esse baixo estoque de ferro é definido por uma reduzida concentração de ferritina no soro (<12 µg/L). Porém, um entrave para esse diagnóstico é o aumento

nos níveis de ferritina nos casos de doenças clínicas e subclínicas inflamatórias e infecciosas. Assim, o nível de ferritina não pode ser utilizado para avaliações precisas sobre as baixas reservas de ferro em locais onde as condições de saúde da população sejam de exposição à insalubridade e pobreza. O segundo estágio é conhecido como eritropoiese ferro-deficiente, caracterizada pelo aumento na concentração dos receptores de transferrina e aumento da protoporfirina livre nos glóbulos vermelhos. Nessa fase a concentração de hemoglobina ainda permanece acima dos pontos de corte estabelecidos. O terceiro estágio e mais severo é a anemia por deficiência de ferro e ocorre quando a quantidade de ferro é insuficiente para a síntese de hemoglobina, resultando em concentrações de hemoglobina abaixo do ponto de corte estabelecido (INACG, 2002).

Para avaliar o estado nutricional de ferro existem vários indicadores como por exemplo, a concentração (no sangue) de hemoglobina, contagem de eritrócitos, contagem de reticulócitos, e no soro, de ferritina, concentração de transferrina, concentração de ferro, percentual de saturação de transferrina circulante e concentração de hepcidina. Porém, alguns biomarcadores, como é o exemplo da ferritina, sofrem interferência de outros fatores o que pode dificultar a interpretação dos resultados nos exames (SCHÜMANN et al., 2005).

Além disso, os exames usualmente realizados para diagnóstico de anemia, como a concentração de hemoglobina no sangue e avaliação de alguns parâmetros hematimétricos que constituem o hemograma, como a diminuição do volume corpuscular médio (VCM) e da hemoglobina corpuscular média (HCM) conseguem diagnosticar deficiências de ferro apenas no estágio mais severo (MACHADO E COLLI, 2011).

Assim, biomarcadores do estado nutricional de ferro no organismo, como a reserva de ferro do corpo, principalmente no fígado, deveriam ser adotados em diagnósticos prévios para que casos de deficiência de ferro em estágios iniciais fossem solucionados (MACHADO E COLLI, 2011).

A partir dos estudos de biodisponibilidade de ferro, foi possível reconhecer que a ingestão de ferro em quantidade adequada nem sempre é suficiente para prevenir a anemia ferropriva; mais importante do que o consumo é a quantidade de ferro biodisponível, o que tem relação com os fatores estimulantes e inibidores. Nesse sentido, as dietas podem ser classificadas com relação a biodisponibilidade de ferro dependendo da sua composição, conforme quadro 2.

Classificação	Biodisponibilidade de ferro (%)	Características da dieta
Baixa	1 – 9	Dieta simples baseada em cereais, raízes ou tubérculos, com quantidades insignificantes de carne, peixe, aves ou alimentos ricos em ácido ascórbico. Dieta rica em alimentos que inibem a absorção de ferro, como milho, feijão, farinha de trigo e sorgo
Intermediária	10 - 15	Dieta de cereais, raízes e tubérculos com alguns alimentos de origem animal (carne, peixe ou frango) e/ou contendo pouco ácido ascórbico (a partir de frutas e vegetais)
Alta	>15	Dieta diversificada contendo grandes quantidades de carne, peixe, frango e/ou alimentos ricos em ácido ascórbico

Quadro 2 – Classificação das dietas de acordo com sua biodisponibilidade de ferro

Fonte: Adaptado pela autora de WHO (2006)

O ferro apresenta-se nos alimentos sob duas formas: heme e não heme. O ferro heme é derivado principalmente da hemoglobina e da mioglobina das carnes, das aves e dos peixes. Sua biodisponibilidade é elevada não sendo afetada pelos fatores inibidores que podem estar presentes na dieta. Já o ferro não heme, contido nos cereais e nas hortaliças, é absorvido em apenas 10% pelo organismo e sua biodisponibilidade sofre influência dos componentes da dieta (BRASIL, 2007 e WHO, 1988).

O ácido ascórbico faz o papel de agente estimulador aumentando a absorção do ferro não-heme, quando consumido na mesma refeição, pois reduz o ferro férrico (Fe^{3+}) presente nos alimentos para a forma ferrosa (Fe^{2+}), que é mais biodisponível (CARPENTER et al., 1992). O ácido ascórbico ainda pode melhorar a absorção do ferro mesmo na presença de fatores inibidores como fitatos, polifenóis, fosfatos, carbonatos e taninos (ARANHA et al., 2000).

Agentes estimuladores unem-se ao ferro mantendo a ligação estável, porém garantindo a solubilidade do complexo no trato gastrointestinal. Eles formam quelatos solúveis com o ferro – compostos que neutralizam a reatividade do ferro – assim previnem a precipitação do ferro e permitem que o mesmo seja absorvido pelo organismo. Além do ácido ascórbico, os ácidos cítricos, málico e tartárico, encontrados em vegetais, frutas e temperos, também ajudam a absorção de ferro pelo organismo (BRASIL, 2007).

García-Casal et al. (1998) indicam também aumento da absorção de ferro com o consumo de vitamina A e β -caroteno, devido a esses compostos formarem complexos solúveis com ferro e ainda prevenirem o efeito inibidor de fitatos e polifenóis (GARCÍA-CASAL et al., 1998).

Machado et al. (2006) encontraram correlação positiva significativa do β -caroteno com o ferro dialisável, reduzindo o efeito negativo dos antinutricionais na disponibilidade do ferro, principalmente em relação aos fitatos (MACHADO et al., 2006).

O ácido fítico, presente em quantidade elevada em grãos de cereais e leguminosas, é considerado o maior inibidor do ferro, ligando-se fortemente ao mineral no trato gastrointestinal e reduzindo sua absorção a níveis muito baixos (DE CARLI et al., 2006).

Agentes inibidores do ferro formam complexos insolúveis de alta afinidade que dificultam a liberação do ferro, diminuindo a sua absorção (BRASIL, 2007).

Além dos fitatos, também são considerados inibidores de absorção do ferro os polifenóis, fosfatos e ácido oxálico, podendo formar precipitados insolúveis que dificultam sua absorção (HURRELL, 1997).

Conforme observado por meio de experimentos *in vitro*, as fibras dietéticas podem inibir a absorção do ferro devido ao aumento do trânsito intestinal e a capacidade de formar complexo com ferro (TORRE et al., 1991; BRASIL, 2007).

A presença de alguns minerais na dieta também pode prejudicar a absorção do ferro, como, por exemplo, cobre, cobalto, níquel, cádmio, manganês e zinco, isso se dá em decorrência da existência de vias comuns de absorção desses minerais (BRASIL, 2007). Estudos sugerem que pode haver uma interação competitiva entre o ferro e o zinco, baseada na similaridade química entre eles (SOLOMONS, 1986). O cálcio atua no transporte de ferro através das células da mucosa, sendo também considerado como inibidor na absorção do ferro, tanto do ferro heme quanto do não-heme. Sendo assim, para aumentar a absorção do ferro nas refeições é importante observar a composição de todos os alimentos (ARANHA et al., 2000).

O ferro difere de outros minerais por não ser excretado por mecanismos fisiológicos (MICHELAZZO et al., 2013) sendo o maior catalisador de reações oxidativas e inflamatórias, gerando uma série de potentes oxidantes no organismo e seu excesso, pode estar relacionado a sérios problemas de saúde. Os estoques de

ferro em excesso podem aumentar o risco de desenvolvimento de câncer e doenças cardiovasculares (MARTÍNEZ-NAVARRETE et al., 2002).

O quadro 3 apresenta os dados de ingestão diária máxima tolerável para o ferro, que deve ser observada, principalmente, nos países que possuem programas nacionais de suplementação de ferro e/ou fortificação mandatória de alimentos para (NAS, 2001).

Estágio de Vida	Ingestão diária máxima tolerável - UL (mg)			
	Homens	Mulheres	Grávidas	Lactantes
Recém-nascidos até 6 meses	40	40	-	-
7-12 meses	40	40	-	-
1-3 anos	40	40	-	-
4-8 anos	40	40	-	-
9-13 anos	40	40	-	-
14-18 anos	45	45	45	45
19-50 anos	45	45	45	45
Mais de 51 anos	45	45	-	-

Observação: o traço(-) significa que não se aplica valor de UL

Quadro 3 - Ingestão Diária Máxima Tolerável para ferro (UL)

Fonte: National Academy of Sciences (2001)

Esses dados foram estabelecidos pela National Academy of Sciences - NAS com base nas quantidades de ferro que estão associadas a efeitos gastrointestinais (NAS, 2001).

2.3 Ingestão do ácido fólico e sua importância para a saúde

O ácido fólico foi descoberto pela hematologista britânica Lucy Wills, em 1930. Essa molécula foi isolada em 1941 de folhas de espinafre, motivo pelo qual sua nomenclatura faz referência à palavra folha, *folium*, em latim (DONNELLY, 2001). É uma vitamina hidrossolúvel pertencente ao grupo de vitaminas do complexo B.

O termo folato é usado para designar o composto natural, na forma de poliglutamato, presente nos alimentos, enquanto o termo ácido fólico corresponde ao monoglutamato, forma sintética usada em suplementos e na fortificação de alimentos (BRITO et al., 2014).

O folato é derivado das estruturas pteridina e pterina, largamente encontradas na natureza. Diferente das bactérias e plantas que são capazes de sintetizar o ácido fólico, os mamíferos devem obter o ácido fólico por meio da dieta uma vez que são incapazes de sintetizá-lo (KIM, 2006). Suas principais fontes são os vegetais folhosos verdes, crucíferas, aspargo, frutas cítricas, legumes, cereais, grãos integrais, gema de ovo e fígado (COZZOLLINO, 2006)

O ácido fólico tem papel fundamental na biossíntese de purinas e pirimidinas sendo essencial para a síntese dos ácidos nucleicos DNA e RNA. Na gravidez, o ácido fólico interfere para que ocorra o aumento dos eritrócitos, alargamento do útero, crescimento da placenta e do feto, sendo indispensável ao desenvolvimento fetal na prevenção dos DTN (FONSECA et al., 2003). A ingestão inadequada de ácido fólico pelas gestantes está relacionada a complicações na gravidez, parto prematuro e baixo peso do recém-nascido (GUERRA-SHINOHARA et al., 2004).

A deficiência de ácido fólico também pode desencadear a anemia megaloblástica, que consiste em uma alteração hematológica com características específicas como a presença de hemácias em tamanho maior que o normal e neutrófilos hipersegmentados (BLENCOWE et al., 2010).

O quadro 4 apresenta a ingestão diária recomendada (IDR) de ácido fólico segundo os estágios de vida.

Estágio de vida	Ingestão diária recomendada - IDR (µg)			
	Homens	Mulheres	Grávidas	Lactantes
Recém-nascidos até 6 meses	65*	65*	-	-
7-12 meses	80*	80*	-	-
1-3 anos	150	150	-	-
4-8 anos	200	200	-	-
9-13 anos	300	300	-	-
14-18 anos	400	400	600	500
19- 50 anos	400	400	600	500
Mais de 51 anos	400	400	-	-

Observação: o traço(-) significa que não são aplica valor de IDR

Quadro 4 – Ingestão Diária Recomendada (IDR) equivalente ao folato proveniente da dieta

Fonte: National Academy of Sciences (1998)

*consumo adequado – nível estabelecido para garantir adequação nutricional quando as evidências são insuficientes para determinar uma IDR

Assim como o ferro, o excesso de ácido fólico pode desencadear problemas para a saúde, como a progressão de lesões pré-cancerosas existentes e surgimento de modificações epigenéticas em bebês, ainda no útero. Além disso, o excesso de ácido fólico pode mascarar a deficiência de cobalamina, agravando problemas neurológicos consequentes de uma prolongada deficiência da vitamina (PANIZ & GUERRA-SHINOHARA, 2015).

Um estudo que acompanhou 3.718 idosos durante 5,5 anos demonstrou que os indivíduos que tinham um maior consumo de ácido fólico apresentaram declínio cognitivo mais acentuado, o que pode estar associado a deficiência de cobalamina mascarada por um longo período (MORRIS et al., 2005).

Alguns estudos clínicos e com animais sugerem que o ácido fólico desencadeia distintos efeitos modulatórios no desenvolvimento e progressão do cancro colo retal, dependendo do momento e da dose de intervenção ácido fólico (KIM, 2008).

Há estudos que encontraram uma correlação entre uma ingestão em excesso de ácido fólico na forma sintética e altos níveis plasmáticos da vitamina com o aumento do risco de desenvolvimento de câncer de mama (LIN et al., 2008).

A NAS estabeleceu uma ingestão diária máxima tolerável para as formas sintéticas de folato, ou seja, ácido fólico, provenientes de suplementos alimentares e alimentos fortificados (Quadro 5). Não foram estabelecidos valores relativos à ingestão máxima tolerável para folato presente naturalmente nos alimentos porque o consumo elevado de folato a partir de fontes alimentares não foi associado a efeitos adversos (NAS, 1998).

Estágio de vida	Ingestão diária máxima tolerável - UL (µg)			
	Homens	Mulheres	Grávidas	Lactantes
Recém-nascidos até 6 meses	ND*	ND*	-	-
7-12 meses	ND*	ND*	-	-
1-3 anos	300	300	-	-
4-8 anos	400	400	-	-
9-13 anos	600	600	-	-
14-18 anos	800	800	800	800
19 -50 anos	1000	1000	1000	1000
Mais de 51 anos	1000	1000	-	-

Observação: o traço(-) significa que não se aplica valor de UL

Quadro 5 - Ingestão Diária Máxima Tolerável (UL) de ácido fólico

Fonte: National Academy of Sciences (1998)

*Não determinável devido à falta de dados de efeitos adversos do excesso da vitamina nessa faixa de idade

O composto utilizado comercialmente para aplicação na fortificação e suplementação. Trata-se de uma forma sintética da vitamina, totalmente oxidada na configuração monoglutamyl. Essa substância é muito estável e possui alta biodisponibilidade (mínimo de 85%), diferenciando-se de outras formas da vitamina encontradas naturalmente nos alimentos. O folato na forma natural tem absorção e biodisponibilidade em torno de 50%, sendo instável, inclusive nos processos de armazenamento e preparação dos alimentos, alcançando perdas de até 80% no cozimento. Baseado nesses valores, a *Food and Nutrition Board* definiu uma equivalência entre folato proveniente da dieta e ácido fólico sintético proveniente dos alimentos fortificados como sendo:

- 1 mcg de folato natural da dieta equivale a 0,6mcg de ácido fólico proveniente de alimentos fortificados ou suplementos dietéticos consumidos com alimentos;
- 1 mcg de folato natural da dieta equivale a 0,5mcg de ácido fólico proveniente de suplementos dietéticos administrados com o estômago vazio

Dessa forma, são distintos os efeitos fisiológicos resultantes da ingestão de ácido fólico presentes em suplementos ou alimentos fortificados daquele proveniente naturalmente da dieta (NAS, 1998 e BASSOLI & MORENO, 2009).

2.4 O impacto da fortificação de alimentos com ferro e ácido fólico na saúde da população

A fortificação de alimentos tem importância no controle de deficiências decorrentes da carência de micronutrientes essenciais ao organismo e também é um instrumento que pode garantir à população a ingestão adequada desses nutrientes (WHO, 2001).

A Organização Mundial de Saúde reconhece quatro tipos de fortificação (ALLEN et al., 2006):

- Fortificação em massa ou universal: refere-se à adição de micronutrientes em alimentos consumidos por grande parte da população. A adição de ferro e ácido fólico nas farinhas de trigo e milho no Brasil é um exemplo desse tipo;

- Fortificação em mercado aberto: efetuada por meio de iniciativa da indústria de alimentos.
- Fortificação em alvo ou direcionada: trata-se da fortificação de alimentos consumidos por determinado grupo populacional a fim de prevenir ou controlar carências nutricionais;
- Fortificação comunitária ou domiciliar: quando são adicionados suplementos nutricionais às refeições.

Conforme Marques et al. (2012), os micronutrientes mais empregados em processos de fortificação de alimentos são: ferro, ácido fólico, vitamina D, cálcio, vitamina A e zinco.

Em países desenvolvidos, a fortificação de alimentos com ferro teve um papel muito importante na redução de casos de anemia na segunda metade do século XX. Países europeus, como Suécia, Finlândia e Dinamarca diminuíram os casos de deficiência de ferro por meio do enriquecimento de farinhas com ferro, aliado a outras medidas de saúde pública, como suplementação e dietas diversificadas (RAMAKRISHNAN & YIP, 2002).

Na Venezuela, após um ano da implementação do programa de fortificação de ferro em farinhas de milho e trigo, alimentos amplamente consumidos pela população, houve redução dos casos de anemia pela metade em crianças em idade escolar (LAYRISSE et al., 1996). Mesmo com a implementação de políticas públicas de fortificação de alimentos com ferro, a anemia ainda é considerada um problema de saúde pública moderado.

Porém, os programas de fortificação de alimentos devem acompanhar a necessidade da população de cada país e podem sofrer mudanças ao longo dos anos. Como exemplo, desde 1999 países como Noruega, Holanda e Dinamarca interromperam a fortificação com ferro devido à preocupação com os danos que o consumo excessivo do mineral poderia causar ao organismo (OSLER et al., 1999). Já a Venezuela, ainda mantém o programa de fortificação mandatória de farinha de trigo e milho com ferro e vitaminas (FFI, 2016).

Na Dinamarca, 18% das mulheres não gestantes em idade reprodutiva e 14% das crianças em idade pré-escolar tem anemia. Para efeito de comparação entre os grupos vulneráveis à anemia, na Venezuela, que ainda mantém programas de

fortificação mandatória com ferro, 22% das mulheres em idade reprodutiva e 32% das crianças em idade pré-escolar tem anemia (FFI, 2016).

A anemia é a manifestação mais severa da deficiência de ferro e segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2015) é classificada como um problema de saúde pública, de acordo com os seguintes parâmetros:

- $\leq 4,9\%$ da população: não é um problema de saúde pública
- 5.0-19,9% da população: problema de saúde pública leve
- 20,0-39,9% da população: problema de saúde pública moderado
- $\geq 40\%$ da população: problema de saúde pública severo

Além da importância de prevenir e controlar a deficiência de ferro na população mundial, outra deficiência nutricional que preocupa as agências de saúde mundiais é a deficiência de ácido fólico. Considerando a dificuldade para obter diariamente a ingestão adequada de ácido fólico e com o objetivo de aumentar a ingestão de ácido fólico pela população, principalmente por mulheres em idade reprodutiva devido a importância da vitamina na redução de patologias do tubo neural, vários países adotaram a fortificação de alimentos com ácido fólico (PANIZ & GUERRA-SHINOHARA, 2015). Essa estratégia foi iniciada em 1998, com os Estados Unidos, depois pelo Canadá, Chile e, hoje, a fortificação com ácido fólico é adotada por 80 países (BRITTO et al., 2014; FFI, 2016).

Na América Latina, todos os países, com exceção da Venezuela, possuem programas de fortificação mandatória de alimentos com ácido fólico.

O primeiro estudo de tendência temporal sobre casos de DTN na América Latina publicado por Rosenthal et al. (2013), baseado em dados de pesquisas e instituições governamentais entre os anos 1990 a 2010, concluiu que Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Porto Rico e México tiveram uma redução de 33% a 59% na ocorrência de casos de DTN após adotarem estratégias de fortificação de alimentos com ácido fólico. Para os outros países estudados, a ausência de dados impossibilitou uma análise de tendência temporal referente a casos de DTN na população.

Lopez-Camelo et al. (2010) relataram que no Brasil, Chile e Argentina, houve queda (em cada 1000 nascimentos), na incidência de anencefalia e espinha bífida, de 1,12 à 0,69 e 1,45 à 1,42, respectivamente.

Castillo-Lancellotti et al. (2013) também encontraram redução nos casos de DTN entre os anos de 2000 a 2011, no Chile, Argentina, Brasil, Canadá, Costa Rica, Irã, Jordânia, África do Sul e Estados Unidos, após a fortificação de farinhas com ácido fólico. Entre os países estudados, a Costa Rica é o país com menor incidência de casos de DTN, o que pode ser explicado pela existência de programas de fortificação com ácido fólico em farinhas de trigo e milho, leite e arroz. Assim, os alimentos fortificados atingem uma maior parcela da população (CASTILLO-LANCELOTTI et al., 2013; ROSENTHAL et al., 2013).

Já um estudo realizado entre 2000 e 2008 no município de São Luís (MA), não observou redução na incidência das DTN após a fortificação das farinhas no Brasil. Para cada 1000 nascimentos, os casos de DTN no período pré e pós-fortificação foram de, respectivamente, 0,89 e 1,11 (TEIXEIRA et al., 2014).

Em 2008, estudos apontaram que programas de fortificação de alimentos com ácido fólico preveniam cerca de 10% de casos de espinha bífida e anencefalia por meio do ácido fólico e que esse número poderia ser maior se um maior número de países adotasse programas de fortificação mandatória de alimentos com ácido fólico e definissem níveis de nutriente em quantidade suficiente para garantir adequada ingestão de ácido fólico pelas mulheres em idade reprodutiva (BELL & OAKLEY Jr., 2009).

Mundialmente, 86 países possuem legislações que determinam a obrigatoriedade da fortificação de pelo menos um cereal moído industrialmente. Esses países incluem no mínimo ferro e ácido fólico nos programas de fortificação, exceto a Austrália que não inclui ferro e Congo, Papua Nova Guiné, Filipinas, Reino Unido, Venezuela e Vietnã que não incluem ácido fólico. Todos esses países, com exceção da Papua Nova Guiné, utilizam a farinha de trigo como veículo na fortificação (FFI, 2016).

Tendo em vista a escolha da farinha de trigo nas estratégias de fortificação de alimentos com micronutrientes, a Organização Mundial de Saúde, com base em dados disponíveis dos balanços alimentares da *Food and Agriculture Organization*- FAO e do Banco Mundial e preocupando-se na efetividade e segurança dos programas mundiais de fortificação de farinha de trigo, propõe faixas de consumo médio de farinha de trigo que devem ser consideradas para determinar a concentração do nutriente a ser adicionado, conforme quadro 6 (WHO, 2009).

Consumo médio <i>per capita</i> de farinha de trigo (g/dia)	Ácido fólico (ppm)	NaFeEDTA	Ferro (ppm)		
			Sulfato ferroso	Fumarato ferroso	Ferro Eletrolítico
<75	5,0	40	60	60	NR ¹
75-149	2,6	40	60	60	NR ¹
150-300	1,3	20	30	30	60
>300	1,0	15	20	20	40

Quadro 6 – Níveis médios recomendados de ferro e ácido fólico para adição na farinha de trigo de baixa extração, com base no consumo *per capita* da população.

Fonte: (WHO, 2009).

¹NR= não recomendado porque níveis muito altos de ferro eletrolítico poderiam afetar de forma negativa as propriedades sensoriais da farinha fortificada.

Não há diferença na fortificação de ácido fólico com relação a taxa de extração da farinha, contudo, para os compostos de ferro, a OMS diferencia aqueles que podem ser usados em farinha de trigo de baixa e alta extração, conforme mostrado no quadro 7.

Consumo médio <i>per capita</i> de farinha de trigo (g/dia)	Ácido fólico (ppm)	NaFeEDTA	Ferro (ppm)		
			Sulfato ferroso	Fumarato ferroso	Ferro Eletrolítico
<75	5,0	40	-	-	-
75-149	2,6	40	-	-	-
150-300	1,3	20	-	-	-
>300	1,0	15	-	-	-

Observação: o traço(-) significa que não se aplica valor de

Quadro 7 – Níveis médios recomendados de ferro e ácido fólico para adição na farinha de trigo de alta extração, com base no consumo *per capita* da população.

Fonte: Adaptado de WHO (2009).

Em farinha de trigo de alta extração, a OMS preconiza unicamente o uso do composto EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA), sua absorção supera de duas a três vezes a do sulfato ferroso e fumarato ferroso se o teor de fitato do veículo alimentar é elevado, como no caso das farinhas de trigo de alta extração (WHO, 2006; HURRELL, 2000).

Vale ressaltar que essas recomendações devem ser ajustadas para a situação que, além da farinha de trigo, outros alimentos também sejam adotados como veículos para fortificação com ferro e ácido fólico (WHO, 2009).

A fortificação de alimentos é considerada como o método mais rentável para a redução da prevalência de deficiência de ferro nutricional e teve resultados positivos em muitos países (LYNCH, 2005). Evidências apontam para programas de fortificação de alimentos com ácido fólico que podem estar relacionados à redução da incidência de DTN, principalmente quando se trata dos casos mais comuns, como anencefalia e espinha bífida (CASTILLO-LANCELOTTI et al., 2013).

Contudo, no Brasil, há a necessidade de dados atualizados sobre impactos na saúde da população, após a fortificação de farinha com ferro e ácido fólico.

2.5 Avaliação da fortificação da farinha de trigo no Brasil

Para monitorar a efetividade da fortificação das farinhas de trigo e milho como estratégia na redução da anemia e de DTN, foi criada pelo Ministério da Saúde a Comissão Interinstitucional para Implementação, Acompanhamento e Monitoramento das Ações de Fortificação das Farinhas de Trigo e Milho (BRASIL, 2016c).

A escolha das farinhas de trigo e milho fundamentou-se na expressiva participação desses alimentos na dieta da população brasileira, a viabilidade tecnológica para a fortificação e o fato da maioria dos países usar a farinha de trigo como veículo para a fortificação (BRASIL, 2016c).

Pela RDC Nº344/2002, a Anvisa tornou obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e milho com ferro e ácido fólico, estabelecendo que as farinhas deveriam conter, no mínimo, 4,2mg de ferro e 150mcg de ácido fólico (BRASIL, 2002).

Análises de amostras de farinha de trigo, comercializadas após a implementação da fortificação, indicam que há uma grande variação na quantidade de ferro e ácido fólico adicionado ao alimento.

O monitoramento do teor de ferro em amostras de farinha comercializadas no estado de São Paulo, avaliado por meio de pesquisas entre os anos de 2007 e 2010, revelou que os teores de ferro nas farinhas de trigo variam de 1,0 a 11,7mg. Essa variação, mostra que falta padronização na fortificação com os nutrientes, sendo que em alguns casos, o ferro é adicionado em quantidades até 3 vezes mais do que a recomendação (BUZZO et al., 2012).

Em São Paulo, com o objetivo de avaliar o atendimento à fortificação estabelecido pela legislação, o Centro de Vigilância Sanitária (CVS) e o Instituto Adolfo Lutz (IAL) da Secretaria de Estado da Saúde (SES), pelo Programa Paulista de Análise Fiscal de Alimentos (PP) no biênio 2005/2006, analisaram 60 amostras de farinha de trigo disponíveis nos supermercados (embalagens de 1kg.) e utilizadas em padarias (embalagens a granel) do município de São Paulo. Os resultados revelaram 50% das amostras insatisfatórias por apresentar não-conformidades físico-químicas, sendo que 30 amostras continham ácido fólico abaixo do valor mínimo exigido e 13, com teor de ferro inferior ao estabelecido (São Paulo, 2015).

BOEN et al. (2008) avaliaram as concentrações de ferro e ácido fólico em 8 amostras de diferentes marcas de farinha de trigo e identificaram grande variação nas concentrações dos nutrientes fortificados. A concentração nas amostras analisadas variou de 73 à 233mcg de ácido fólico em 100g de farinha de trigo e a do ferro, oscilou entre 4,6 e 7,4mg em 100g de farinha.

Resultados de outro estudo realizado a partir de 85 amostras de farinha de trigo (37 de uso doméstico e 48 de uso industrial) apresentaram expressiva variabilidade no teor de ferro. A concentração mínima de ferro presente nas farinhas de uso doméstico e industrial foi de 1,1mg por 100g de farinha mas os valores máximos obtidos foram distintos entre as farinhas, sendo de 14,3mg/100g para a farinha de uso doméstico e 30,5mg/100g para a farinha de uso industrial. Embora as concentrações médias encontradas de 5,8mg/100g e 5,6mg/100g, para as farinhas de uso doméstico e industrial, respectivamente, estivessem próximas do valor estabelecido na legislação, essa variação entre o mínimo e o máximo deve ser sistematicamente controlada pela indústria (KIRA et al., 2006).

Um estudo regional que avaliou 10 marcas de farinha de trigo comercializadas na cidade de Santa Maria (RS) revelou o teor de ácido fólico variando de 37,61 a 255mcg/100g de farinha. Houve também variação da concentração entre os 3 lotes analisados de cada marca, sendo que apenas duas delas não apresentaram valores cujas análises atestassem diferenças estatisticamente significativas entre os lotes testados. Nas demais marcas todos os lotes tiveram teores que diferiram estatisticamente entre si (com nível de significância de 5%) (SOUZA NETO et al., 2012).

Os resultados das análises indicam a necessidade de um monitoramento dos moinhos mais criterioso com vistas à padronização na fortificação das farinhas de

trigo. Além disso, conforme constatações da Comissão Interinstitucional para Implementação, Acompanhamento e Monitoramento das Ações de Fortificação das Farinhas de Trigo e Milho é imprescindível que se estabeleça um intervalo de valores/quantidade para fortificação das farinhas, determinando um limite máximo de ferro e ácido fólico e não apenas um limite mínimo, como registrado na RDC Nº344/2002 (BRASIL, 2011).

A fim de revisar a RDC Nº344/2012 foi instituído recentemente no âmbito da Anvisa, um Grupo de Trabalho (GT) para tratar dos seguintes objetivos: incluir um faixa de fortificação para adição de ferro e ácido fólico e revisar a lista dos compostos de ferro autorizados atualmente pela legislação vigente (BRASIL, 2016c).

Como resultado da revisão realizada pelo GT, foi publicada a Consulta Pública Nº249 de 6 de setembro de 2016, que dispôs sobre a fortificação das farinhas de trigo e milho com ferro e ácido fólico. A proposta estabelece uma faixa de fortificação como, teor de ferro igual ou superior a 4mg/100g de farinha, considerando o limite máximo de 9mg/100g de farinha e teor de ácido fólico igual ou superior a 140µ/100g de farinha, observando o limite máximo de 220µ/100g de farinha (BRASIL, 2016a).

A proposta permite a utilização dos seguintes compostos de ferro: sulfato ferroso, sulfato ferroso encapsulado, fumarato ferroso ou fumarato ferroso encapsulado, excluindo, dessa forma, compostos antes permitidos para o enriquecimento das farinhas. A retirada dos compostos, ferro reduzido, ferro eletrolítico, EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA) e ferro bisglicina quelato está associada a fatores como baixa biodisponibilidade, instabilidade ou possibilidade de causar efeitos indesejáveis aos produtos fabricados a partir da farinha (BRASIL, 2016a).

Durante o prazo de 60 dias pré-estabelecido na proposta da consulta pública, a Anvisa recebeu 100 fichas com sugestões para o texto, sendo que muitas delas, recebidas de consumidores, solicitavam a fortificação de apenas uma parcela das farinhas de trigo e milho ou um enriquecimento opcional por parte das indústrias, devido aos casos de hemacromatose hereditária – doença relacionada a distúrbios do metabolismo do ferro que ocasionam sua sobrecarga nos tecidos (BRASIL, 2016c).

A fortificação mandatória das farinhas de trigo e milho com ferro poderá trazer riscos para um indivíduo com hemocromatose, visto que o organismo não é capaz de aumentar a excreção do mineral, mesmo quando há sobrecarga (CANÇADO e CHIATTONE, 2010).

Diante da ausência de dados sobre a incidência de indivíduos com hemocromatose e sem alternativas regulatórias viáveis ao setor produtivo e aos órgãos públicos de saúde, a Anvisa manteve a estratégia de fortificação de ferro mandatória das farinhas argumentando que existem alimentos substitutos à farinha de trigo fortificada, como as farinhas de trigo integrais que, segundo a RDC Nº344 eram excluídas da fortificação e foram mantidas fora do programa pela Consulta Pública em questão (BRASIL, 2016b).

Ainda de acordo com o documento, o prazo para adequação das indústrias seria de 18 meses contados a partir da publicação no Diário Oficial da União (DOU), com exceção dos fabricantes de farinha de milho qualificados como agricultores familiares ou microempreendedores individuais, que teriam um prazo adicional de 18 meses para adequarem seus produtos (BRASIL, 2016a).

Conforme esperado, em 17 de abril de 2017, a Anvisa publicou no DOU a RDC Nº 150 determinando novos parâmetros para a fortificação mandatória das farinhas de trigo e milho, revogando assim a RDC Nº 344 de 2002. A agência manteve os valores que já havia publicado anteriormente na consulta pública, confirmando a faixa de fortificação para ferro com teor igual ou superior à 4mg/100g, considerando o limite máximo de 9mg/100g e para ácido fólico, um teor igual ou superior à 140µ/100g, observando o limite máximo de 220µ/100g de farinha. Além disso, foram mantidos também os compostos descritos na consulta pública - o composto ácido N-pteril-L-glutâmico como fonte de ácido fólico e os compostos sulfato ferroso, sulfato ferroso encapsulado, fumarato ferroso ou fumarato ferroso encapsulado como fonte de ferro (BRASIL, 2017).

A resolução não se aplica a farinha de biju, farinha de milho flocada ou flocos de milho pré-cozidos, farinha de trigo integral, farinha de trigo *durum*, a farinhas de trigo e de milho contidas em produtos alimentícios importados, a farinhas de milho fabricadas por agricultor familiar, empreendedor familiar rural, empreendimento econômico solidário e microempreendedor individual, além de excluir também as farinhas de trigo e milho usadas como ingredientes em produtos alimentícios onde o ferro e/ou o ácido fólico causem interferências indesejáveis nas características organolépticas do produto, desde que as empresas mantenham a documentação técnico-científica que comprovando a interferência dos compostos nos produtos (BRASIL, 2017).

2.6 Interferência do processamento nos compostos de ferro e ácido fólico

Para garantir os objetivos esperados nos programas de fortificação das farinhas de trigo é preciso que cada país, individualmente, adote estratégias observando os aspectos climáticos, o método de obtenção/processamento da farinha, a qualidade da farinha, as condições de estocagem, além de considerar as características dos compostos que serão utilizados como biodisponibilidade, estabilidade, teor de ferro e possibilidade de causar alterações organolépticas ao produto dependendo do processamento final.

O ácido fólico tem uma cor amarelo claro, que não é transferida na fortificação porque é adicionado a níveis muito baixos, como 1,5 a 2,4 ppm. Há perda da vitamina devido a exposição à luz e cozimento, sendo que as maiores perdas não ultrapassam 20%. Como as concentrações de ácido fólico nos alimentos são difíceis de mensurar, os níveis relatados em farinha fortificada ou outros produtos fortificados estão frequentemente sujeitos a erros de ensaio consideráveis (WHO, 2006).

A Organização Mundial da Saúde, no documento Diretrizes para Fortificação de Alimentos com Micronutrientes faz uma comparação da solubilidade, conteúdo de ferro (%), biodisponibilidade e custo, considerando os principais compostos de ferro utilizados em programas de fortificação de alimentos, conforme registrado no quadro 8:

Composto	Conteúdo de ferro (%)	Biodisponibilidade relativa ^a	Custo relativo ^b
Solúveis em água			
Sulfato ferroso 7H ₂ O	20	100	1,0
Sulfato ferro seco	33	100	1,0
EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA)	13	>100 ^c	16,7
Bisglicinato de ferro	20	>100 ^c	17,6
Pouco solúvel em água, solúvel em soluções ácidas diluídas			
Fumarato ferroso	33	100	2,2
Insolúvel em água, pouco solúvel em soluções ácidas diluídas			
Ferro H-reduzido	96	13-148 ^d	0,5
Ferro Co-reduzido	97	(12-32)	<1,0
Ferro eletrolítico	97	75	0,8
Formas encapsuladas			
Sulfato ferroso	16	100	10,8
Fumarato ferroso	16	100	17,4

Quadro 8: Características dos compostos de ferro comumente usados na fortificação de alimentos.

Fonte: Adaptado pela autora de WHO (2009).

^a Relativa ao sulfato ferroso 7H₂O, em adultos. Valores em parênteses são derivados de estudos em ratos.

^b Relativa ao sulfato ferroso seco. Por mg de ferro, o custo do sulfato ferroso seco e hidratado é similar.

^c Absorção é duas a três vezes melhor que o sulfato ferroso se o conteúdo de fitato do veículo alimentar é alto.

^d O alto valor se refere a um tamanho de partícula muito pequeno que foi utilizado apenas em estudos experimentais.

Compostos solúveis em água, como o sulfato ferroso, são considerados de alta biodisponibilidade, em contrapartida, apresentam alta reatividade, alterando as características organolépticas dos alimentos em que são adicionados, devem ser utilizados, preferencialmente, para fortificar alimentos que possuem alta rotatividade de consumo, sendo estocados por um curto período de tempo (VELLOZO & FISBERG, 2010).

O sulfato ferroso e, em menor grau, o fumarato ferroso são bons fortificantes para massas alimentícias devido ao baixo teor de umidade das massas, são menos susceptíveis que a farinha de trigo ao desenvolvimento de ranço (WHO, 2006).

Entre os compostos solúveis em água, estão os quelatos de ferro, como o ferro aminoácido quelato (bisglicinato de ferro) e o EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA) que

apresentam a vantagem de serem mais resistentes às influências do meio, diminuindo as interações com outros nutrientes e ingredientes, aumentando a retenção do mineral no produto final e melhorando a biodisponibilidade. O NaFeEDTA e o ferro bisglicina oferecem biodisponibilidade superior a 100% em comparação com o sulfato ferroso, para alimentos com alto teor de fitato, conforme mostrado nas recomendações do Quadro 8. Porém, em alimentos com baixa concentração de fitato, a biodisponibilidade desses compostos é a mesma quando comparado ao sulfato ferroso (WHO, 2006).

Apesar dos efeitos positivos decorrentes da utilização do NaFeEDTA para a fortificação de alimentos, sua segurança para uso como composto fortificante de alimentos, foi avaliada pelo JECFA (Joint FAO/WHO *Expert Committee on Food Additives*). O Comitê concluiu que o composto é adequado para uso como fonte de ferro no enriquecimento de alimentos, desde que considerando também a ingestão de EDTA a partir de alimentos que contém o composto como aditivo em sua formulação, e não exceda os níveis aceitáveis de ingestão diária recomendável (IDA) de 1,9mg EDTA/kg de peso corpóreo. Como no Brasil são permitidos, por legislação, aditivos alimentares que contém EDTA, o uso de NaFeEDTA no enriquecimento de farinhas aumentaria a exposição da população ao EDTA e, conseqüentemente, aumentaria o risco de consumo excessivo (FAO, 2007).

Além da questão do limite máximo de ingestão para o composto NaFeEDTA, outro entrave na sua utilização é devido a inviabilidade tecnológica na fabricação de pão, pois o composto interfere no processo de fermentação. Embora, em alguns casos, o ácido ascórbico seja adicionado aos alimentos enriquecidos com ferro para aumentar a absorção do ferro, para algumas aplicações o uso do ácido ascórbico é limitado pelo fato de ser destruído pela ação do calor do processamento, como no caso de fabricação do pão (DARY, 2002).

A limitação para o composto de ferro bisglicina é a alteração das características sensoriais da farinha, pois observou-se que o nível máximo de enriquecimento alcançado para esse composto (4,23 mg/100 g de farinha), determinado pelo método da OMS, coincide com o limite mínimo da faixa proposta de fortificação no Brasil (4,0 mg/100 g de farinha). Assim, sua adição nas farinhas seria limitada pela viabilidade tecnológica e adequação aos parâmetros estabelecidos em legislação (BRASIL, 2016c).

O ferro eletrolítico e o ferro reduzido, compostos insolúveis em água e pouco solúveis em soluções ácidas diluídas, apresentam baixa biodisponibilidade relativa

quando comparados ao sulfato ferroso. Apesar da sua reduzida absorção, os compostos insolúveis em água têm sido amplamente utilizados pela indústria alimentícia como fortificante pois causam menos efeitos sensoriais indesejáveis nos alimentos e são mais baratos quando comparados aos compostos mais solúveis. Contudo, em locais onde dieta da população tem grande quantidade de inibidores de ferro como o fitato, esses compostos não são muito procurados (WHO, 2006).

No Brasil, segundo pesquisa da Associação Brasileira das Indústrias de Trigo – ABITRIGO, realizada com os moinhos associados, 66% dos moinhos utilizavam ferro reduzido e 33%, fumarato ferroso (BRASIL, 2011). Ainda, de acordo com os dados publicados no Relatório do Grupo de Trabalho criado em 2012 pela Anvisa para revisar a RDC Nº344/2002, nos últimos anos, as associações das indústrias do país informaram que cerca de 70% das empresas usam ferro reduzido na fortificação de alimentos, devido ao baixo custo quando comparado aos demais (BRASIL, 2016c).

Compostos pouco solúveis em água e solúveis em soluções ácidas diluídas, como o fumarato geralmente não causam alterações sensoriais no produto, sendo essa a grande vantagem desse tipo de composto (VELLOZO & FISBERG, 2010).

Por ser altamente biodisponível, as formas encapsuladas do sulfato ferroso e fumarato ferroso, apesar do custo mais alto, são alternativas para as indústrias pois a encapsulação do sulfato e fumarato evita a oxidação lipídica, que é uma dificuldade na aplicação industrial.

3. METODOLOGIA

3.1 Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF)

Para a avaliação do consumo de farinha de trigo e de alimentos à base de farinha de trigo, como massas, pães e biscoitos, assim como as informações socioeconômicas, demográficas, localização do domicílio, entre outras variáveis de interesse, foram utilizados os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que integram a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009.

Para a realização da POF, foi adotado um plano amostral conglomerado em dois estágios, estratificados segundo características geográficas e socioeconômicas das unidades primárias de amostragem que correspondem aos setores da base geográfica do Censo Demográfico 2000. Para os aspectos socioeconômicos, utilizou-se como indicador a variável renda total do responsável pelo domicílio, dados também obtidos do Censo Demográfico 2000.

O plano de amostragem adotado pela POF 2008-2009 trabalhou com a distribuição dos setores de acordo com estratificação geográfica e socioeconômica. O tamanho efetivo da amostra foi de 4.696 setores, correspondendo a 55.970 domicílios entrevistados. Informações mais detalhadas sobre o método de amostragem utilizado na pesquisa podem ser consultados no *site* do IBGE, na publicação 'Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil', de 2010 e 'Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil', publicado em 2011 (IBGE, 2011a).

Apesar das informações obtidas com os dados sobre aquisição alimentar domiciliar individual permitirem mensurar o consumo de alimentos pela população, o módulo consumo alimentar incluído pela primeira vez na POF 2008-2009 possibilitam obter dados mais específicos sobre o consumo alimentar individual.

Para o registro das informações sobre ingestão de alimentos foi utilizado o Bloco de Consumo Alimentar, onde os indivíduos registraram e relataram detalhadamente o que consumiram durante dois dias não consecutivos, incluindo no registro os alimentos consumidos fora do domicílio (IBGE, 2011).

Para a obtenção dos dados de consumo alimentar *per capita* no Brasil, pela primeira vez nesta pesquisa, a POF 2008-2009 adotou uma subamostra de 24,3% dos

55970 domicílios entrevistados, e coletou informações sobre ingestão alimentar individual de todos os moradores com 10 anos ou mais. Dessa forma, foram obtidos dados sobre o consumo alimentar individual de 34.003 moradores. Essa amostra permite a interpretação dos dados de vários estratos socioeconômicos e geográficos, sendo possível dessa forma identificar a diversidade alimentar da população considerando esses aspectos (IBGE, 2011).

Buscando alcançar resultados mais precisos, a POF 2008-2009, utilizou três enfoques temporais. Para contemplar possíveis alterações nos orçamentos familiares que ocorrem no decorrer de um ano, a pesquisa foi realizada entre o dia 19 de maio de 2008 e 18 de maio de 2009, contabilizando um total de 12 meses. Foram determinados diferentes períodos de referência para coleta de informações sobre despesas e rendimentos nos domicílios.

Esses dados refletem de forma mais detalhada a realidade com relação ao consumo dos alimentos pois além de medir de forma direta de quais alimentos a população está se alimentando, o bloco consumo alimentar individual também coleta informações sobre o consumo alimentar fora do domicílio. Porém, possui limitações como potenciais erros de subrelato ou modificação do consumo do entrevistado nos dias que serão relatados à pesquisa, padronização de receitas necessária para a tabulação dos dados, a exclusão de crianças menores de 10 anos e a dificuldade em comparar os resultados com outros estudos, visto que foi a primeira pesquisa que obteve dados diretamente do consumo alimentar da população.

3.2 Base de dados

As informações foram obtidas a partir dos dados da POF 2008-2009 e avaliadas a partir do bloco consumo alimentar individual.

Unidades Federativas	Número de setores censitários selecionados	Número de domicílios entrevistados na amostra		Número de pessoas na subamostra
		Total	Módulo de consumo alimentar (subamostra)	
Brasil	4696	55970	13569	34003
Rondônia	73	907	230	569
Acre	66	863	235	608
Amazonas	105	1344	402	1105
Roraima	55	644	149	329
Pará	156	1894	470	1266
Amapá	44	689	161	499
Tocantins	102	1270	333	898
Maranhão	209	2562	599	1526
Piauí	153	2056	548	1551
Ceará	143	1861	441	1175
Rio Grande do Norte	113	1342	330	874
Paraíba	128	1628	342	959
Pernambuco	193	2367	582	1499
Alagoas	246	2712	649	1642
Sergipe	141	1654	449	1150
Bahia	245	3050	850	2239
Minas Gerais	439	5028	1238	2960
Espírito Santo	330	3489	376	841
Rio de Janeiro	171	1938	512	1228
São Paulo	294	3623	938	2273
Paraná	231	2477	635	1558
Santa Catarina	182	2029	548	1349
Rio Grande do Sul	189	2210	535	1260
Mato Grosso do Sul	166	2247	591	1402
Mato Grosso	208	2423	543	1213
Goiás	197	2686	749	1754
Distrito Federal	117	977	134	276

Quadro 9: Número de setores selecionados, total de domicílios entrevistados na amostra e no módulo consumo alimentar e número de pessoas na subamostra, segundo as Unidades Federativas, no período de 2008-2009

Fonte: IBGE (2011)

Conforme apresentado no quadro 9, a amostra utilizada foi de 34.003 indivíduos e os valores médios do consumo alimentar (macronutrientes, vitaminas e minerais para o estudo) foram obtidos tendo por base os dados de dois dias de consumo, registrados no formulário do IBGE.

A fim de avaliar o teor de macronutrientes e micronutrientes foi utilizada a Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos, publicada pelo IBGE (IBGE, 2011b).

Considerando a importância da interação do ferro com outras substâncias que podem interferir na sua absorção (aumento ou diminuição), as concentrações de zinco, cobre, manganês e cálcio - fatores inibidores na absorção de ferro – e, ácido ascórbico e vitamina A, considerados fatores estimulantes na absorção de ferro, foram também avaliadas a partir da Tabela de Composição Nutricional do IBGE (IBGE, 2011b).

A tabela de composição dos alimentos publicada pelo IBGE utilizou como referência a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Porém, a TACO não contém dados da composição nutricional de alimentos que foram contemplados na pesquisa, além de não possuir informações para nutrientes como o ácido fólico, vitaminas E, D e B12, total de gordura *trans* e selênio. Foram necessárias complementações de outras fontes de dados de composição de alimentos, além de se basear na TACO, o IBGE utilizou principalmente a base de dados *Nutrition Data System for Research - NDSR*, da Universidade de Minnesota (IBGE, 2011b).

Para consulta dos valores da ingestão diária recomendada para vitamina A e C, ambas estimulantes da absorção de ferro, tomou-se como referência os valores publicados pela *National Academy of Sciences*, apresentados no quadro 10 (NAS, 2000; 2001).

Estágio de vida	Sexo	Vitamina A ¹ (µg)	Vitamina C (mg)
Recém-nascidos até 6 meses		400*	40*
7-12 meses		500*	50*
1-3 anos		300	15
4-8 anos		400	25
9-13 anos	Masculino	600	45
	Feminino	600	45
14-18 anos	Masculino	900	75
	Feminino	700	65
19 -50 anos	Masculino	900	90
	Feminino	700	75
Mais de 51 anos	Masculino	900	90
	Feminino	700	75

Quadro 10 – Ingestão Diária Recomendada (IDR) das vitaminas A e C, estimulantes na absorção do ferro

Fonte: National Academy of Sciences (2000; 2001)

¹Inclui carotenoides provitamina A que são precursores de retinol, a forma ativa de vitamina A

*consumo adequado – nível estabelecido para garantir adequação nutricional quando as evidências são insuficientes para determinar uma IDR

O quadro 11 apresenta os valores da ingestão diária recomendada para os nutrientes considerados inibidores na absorção do ferro, como o cálcio, zinco, cobre, manganês e fibra (NAS, 2001; 2002/2005; 2011).

Estágio de vida	Sexo	Cálcio (mg)	Zinco (mg)	Cobre (µg)	Manganês (mg)	Fibra (g)
Recém-nascidos até 6 meses		200*	2*	200*	0,003*	ND**
7-12 meses		260*	3	220*	0,6*	ND**
1-3 anos		700	3	340	1,2*	19*
4-8 anos		1000	5	440	1,5*	25*
9-13 anos	Masculino	1300	8	700	1,9*	31*
	Feminino	1300	8	700	1,6*	26*
14-18 anos	Masculino	1300	11	890	2,2*	38*
	Feminino	1300	9	890	1,6*	26*
19 -50 anos	Masculino	1000	11	900	2,3*	38*
	Feminino	1000	8	900	1,8*	25*
Mais de 51 anos	Masculino	1000	11	900	2,3*	30*
	Feminino	1200	8	900	1,8*	21*

Quadro 11 – Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cálcio, zinco, cobre, manganês e fibras, inibidores na absorção de ferro

Fonte: National Academy of Sciences (2001; 2002/2005; 2011)

*consumo adequado – nível estabelecido para garantir adequação nutricional quando as evidências são insuficientes para determinar uma IDR

**Não determinável devido à falta de dados de efeitos adversos do excesso do nutriente nessa faixa de idade

Para a análise da participação da farinha de trigo na ingestão diária de ferro e ácido fólico pela população, os alimentos elaborados a partir de farinha de trigo, foram classificados, conforme descrição de preparação publicada pelo IBGE (IBGE, 2011b). Considerou-se na análise os derivados de farinha de trigo (pães doces e salgados, massas e bolachas).

3.3 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas por meio da utilização do *software Statistical Analysis System – SAS®*.

Para as estatísticas descritivas foram utilizadas como medidas de tendência central a média ponderada e desvio padrão (DP), no caso de dados paramétricos.

O consumo de alimentos, incluindo de produtos elaborados à base de trigo pela população brasileira foi calculado conforme a idade, sexo, região geográfica e recebimento de benefícios do Programa Bolsa Família - PBF.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados encontrados para a ingestão de ferro e ácido fólico pela população brasileira, assim como dos nutrientes estimulantes e inibidores na absorção do ferro pelo organismo.

4.1 Consumo de ferro e ácido fólico pela população brasileira

A Tabela 1 reúne dados relativos à renda familiar e escolaridade (média) dos integrantes da amostra do bloco consumo alimentar da POF 2008-2009, além de mostrar a ingestão diária de energia, ferro, ácido fólico e nutrientes interferentes na absorção do ferro.

Tabela 1 – Renda, escolaridade, ingestão diária de ferro, folato e nutrientes interferentes na absorção do ferro da população brasileira (BRASIL, 2008-2009)

Categorias	Média	DP
Renda familiar <i>per capita</i> (reais)	899,67	21,85
Escolaridade (anos)	7,34	0,057
Ingestão de energia e nutrientes		
Energia (kcal)	1906,77	10,18
Ferro (mg)	11,62	0,08
Folato (µg)	278,07	2,27
Cobre (mg)	1,28	0,03
Manganês (mg)	10,86	0,72
Cálcio (mg)	515,59	4,31
Zinco (mg)	11,29	0,08
Vitamina C (mg)	165,36	5,44
Vitamina A (µg)	500,41	19,59

Nota: DP=desvio padrão

A renda familiar (média) *per capita*, foi de R\$899,67 e a média de escolaridade, 7,3 anos.

Na tabela 1, observa-se a média de consumo de energia de 1906kcal, o que está próximo de 2000kcal, valor recomendado para a população em geral. Porém, a quantidade de calorias diária necessárias para um indivíduo varia conforme peso, altura, idade, prática de atividade física, entre outros aspectos. Portanto, a partir da

ingestão calórica, com precisão, não se pode avaliar a qualidade nutricional de um padrão alimentar.

Os hábitos alimentares passaram por mudanças consideráveis nas últimas décadas devido a fatores como urbanização, nível educacional e a intensificação da participação da mulher no mercado de trabalho.

Essa transição nutricional é também caracterizada pela presença da desnutrição, deficiência de micronutrientes, excesso de peso e doenças crônicas não transmissíveis coexistindo nas mesmas comunidades, muitas vezes, no mesmo domicílio (COUTINHO et al., 2008).

A média da ingestão diária de ferro foi 11,62mg, e para o folato, o valor diário médio consumido foi de 278,07µg. É importante o estudo do consumo desses micronutrientes por sexo e faixa etária, visto que as necessidades são distintas.

4.2 Consumo de ferro e ácido fólico pela população brasileira, de acordo com as regiões brasileiras

A tabela 2 apresenta o consumo dos macronutrientes, de ferro e folato e dos minerais e vitaminas interferentes na absorção do ferro, de acordo com as regiões do Brasil e estado de São Paulo, que é o principal centro econômico do país, com características socioeconômicas distintas dos demais.

As cinco grandes regiões do Brasil são caracterizadas por diferenças nos perfis de disponibilidade domiciliar de alimentos. A farinha de trigo na região Sul, excede de 4 a 6 vezes a mesma participação observada nas outras regiões do Brasil (IBGE, 2010c).

Tabela 2 – Ingestão diária de macronutrientes, ferro, folato e interferentes na absorção do ferro da população brasileira por região e no estado de São Paulo (BRASIL, 2008-2009)

	Norte		Nordeste		Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro	
Energia e nutrientes	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Energia (kcal)	2099,56	27,80	1874,09	15,47	1939,87	23,64
Proteína (g)	97,34	1,91	81,10	0,92	80,28	1,35
Carboidrato (g)	294,05	4,46	265,57	2,26	270,21	3,03
Lipídios (g)	57,34	0,91	52,86	0,61	59,23	1,00
Ferro (mg)	11,34	0,17	10,77	0,12	12,43	0,17
Folato (µg)	236,96	5,79	258,68	4,08	308,22	5,23
Cobre (mg)	1,24	0,20	1,24	0,05	1,26	0,05
Manganês (mg)	4,14	0,72	2,46	0,10	4,00	0,37
Cálcio (mg)	486,30	10,58	465,80	6,22	571,78	11,98
Zinco (mg)	11,44	0,19	10,64	0,13	11,15	0,16
Vitamina C (mg)	253,19	23,34	251,54	14,52	125,38	10,44
Vitamina A (µg)	479,25	67,07	564,41	35,25	508,01	34,50

	Estado de São Paulo		Centro-Oeste		Sul	
Energia e nutrientes	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Energia (kcal)	1870,51	28,85	1872,35	27,71	1892,48	23,54
Proteína (g)	76,37	1,24	81,12	1,15	75,16	1,10
Carboidrato (g)	256,73	3,95	255,88	3,98	266,87	3,36
Lipídios (g)	59,00	1,31	57,45	1,13	58,75	0,93
Ferro (mg)	11,77	0,22	12,25	0,18	11,70	0,18
Folato (µg)	270,79	5,37	271,26	5,74	306,81	6,08
Cobre (mg)	1,12	0,05	1,34	0,10	1,62	0,12
Manganês (mg)	3,34	0,32	8,57	0,87	52,19	4,79
Cálcio (mg)	525,54	9,95	483,61	11,71	544,73	11,13
Zinco (mg)	11,09	0,23	12,41	0,21	12,36	0,23
Vitamina C (mg)	90,43	6,31	197,99	21,34	111,56	7,47
Vitamina A (µg)	387,24	32,51	505,27	63,54	547,37	79,17

Nota: DP=desvio padrão

A maior média de consumo diário de ferro, 12,43mg, foi encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro e o menor, 10,77mg, foi encontrado na região Nordeste.

A maior média de consumo diário de folato, 308,22µg foi encontrada nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro e o menor valor encontrado, 236,96µg, foi encontrado na região Norte.

O manganês é considerado como agente inibidor na absorção de ferro e tem um alto consumo na região Sul, diferenciando-se do restante das regiões. Essa diferença pode explicada, em parte, pelo hábito da população da região Sul tomar chimarrão com frequência (CARVALHO & ZANARDO, 2010).

O consumo diário de manganês na região Centro-Oeste excede em mais de duas vezes comparado ao consumo das regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Essa diferença explica-se, em parte, devido a tradição dos habitantes da região Centro-Oeste no consumo de 'tereré', feito a partir da infusão da erva-mate.

O chimarrão e tereré possuem alto teor de manganês, uma concentração média de 38,34mg de manganês em 100g de bebida (IBGE, 2011b).

A região Norte apresenta a maior média de consumo diário de vitamina C, 253mg, enquanto o Estado de São Paulo apresenta 90,43mg/dia, a menor média comparado as regiões. O consumo de vitamina C da região Norte e Nordeste excede em mais de duas vezes o consumo do mesmo micronutriente nas regiões Sul e Sudeste.

A região Nordeste apresenta a maior média de consumo diário de vitamina A, 564,41mg entre as regiões.

As vitaminas A e C são consideradas como potencializadoras na absorção do ferro e para isso devem estar presente em nível adequado no organismo.

4.3 Consumo de ferro e ácido fólico de acordo com a faixa etária (a partir de 10 anos de idade)

Para a elaboração de análises envolvendo o consumo de micronutrientes é importante discriminar a ingestão por faixa etária, visto que a necessidade de vitaminas e minerais é variável conforme o estágio de vida do indivíduo.

Tabela 3 – Ingestão diária de macronutrientes, ferro, folato e interferentes na absorção do ferro da população brasileira, por estratos de idade (BRASIL, 2008-2009)

Energia e nutrientes	Estratos de idade					
	10 a 13 anos		14 a 18 anos		19 a 30 anos	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Energia (kcal)	1936,75	24,83	2108,72	26,70	2034,35	17,90
Proteína (g)	75,06	1,19	83,37	1,36	85,41	0,99
Carboidrato (g)	277,86	3,63	298,22	3,67	283,68	2,52
Lipídios (g)	58,88	1,07	64,83	1,32	61,12	0,71
Ferro (mg)	11,32	0,19	12,57	0,19	12,39	0,13
Folato (µg)	226,33	5,58	284,17	4,91	292,03	4,35
Cobre (µg)	1,29	0,08	1,27	0,05	1,31	0,04
Manganês (mg)	3,46	0,37	4,52	0,62	8,71	1,03
Cálcio (mg)	530,87	10,47	542,66	9,15	533,26	8,97
Zinco (mg)	10,50	0,19	11,74	0,21	11,83	0,13
Vitamina C (mg)	160,11	11,83	173,61	14,35	182,85	10,13
Vitamina A (µg)	504,50	54,71	443,72	36,44	501,52	24,58

Energia e nutrientes	Estratos de idade					
	31 a 50 anos		51 a 70 anos		71 anos ou mais	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Energia (kcal)	1889,15	13,83	1731,94	18,12	1543,51	28,60
Proteína (g)	81,25	0,71	75,89	0,94	66,23	1,36
Carboidrato (g)	260,89	1,88	240,86	2,67	219,24	4,53
Lipídios (g)	56,32	0,59	50,85	0,72	45,00	1,02
Ferro (mg)	11,69	0,10	10,73	0,12	9,15	0,22
Folato (µg)	281,88	3,18	267,12	3,84	231,27	6,62
Cobre (µg)	1,34	0,05	1,25	0,05	0,98	0,05
Manganês (mg)	14,25	1,40	14,96	2,02	10,55	2,05
Cálcio (mg)	495,10	5,83	506,44	8,41	511,51	14,26
Zinco (mg)	11,59	0,12	10,68	0,14	9,20	0,20
Vitamina C (mg)	166,25	8,62	148,25	9,76	127,55	15,30
Vitamina A (µg)	530,64	32,68	500,35	32,26	420,30	32,40

Nota: DP=desvio padrão

Observa-se o maior consumo de energia entre adolescentes de 14 a 18 anos. Estudos identificam hábitos alimentares pouco saudáveis em adolescentes, sendo comum uma dieta rica em gorduras, açúcares e sódio, com pequena participação de frutas e hortaliças (LEVY et al., 2010).

Veiga et al (2013) avaliando o consumo de energia e nutrientes, e prevalência de inadequação da ingestão de micronutrientes entre adolescentes brasileiros, concluíram que as médias de consumo energético e a distribuição de macronutrientes eram adequadas, mas havia elevadas prevalências de inadequação no consumo de vitaminas e minerais, destacando-se uma importante inadequação na ingestão de ferro nas adolescentes de 14 a 18 anos.

A recomendação da ingestão diária é dependente também do sexo, sendo que na faixa etária de 19 a 50 anos, a IDR de ferro para mulheres é 2,2 vezes maior do que IDR para homens na mesma faixa etária, respectivamente, 18 mg/dia e 8mg/dia. Pessoas com mais de 51 anos, tanto homens como mulheres, possuem a IDR de 8mg/dia. A partir da tabela, é possível observar que o menor consumo de ferro ocorre entre os indivíduos com 71 anos ou mais.

Diferente do ferro, a IDR de folato mantém-se igual (400µg/dia) para homens e mulheres a partir de 14 anos. Os dados da tabela 3 mostram que o consumo de folato está abaixo do preconizado para indivíduos acima de 14 anos, de ambos os sexos, sendo que o menor consumo ocorre entre pessoas com 71 anos ou mais. A ingestão adequada de ácido fólico é fundamental para a prevenção das doenças crônicas não-transmissíveis, e a deficiência da vitamina pode desencadear a anemia megaloblástica (BLENCOWE et al., 2010).

A vitamina C foi consumida em menor quantidade pelas pessoas com 71 anos ou mais. No caso de ser considerada a IDR para homens (90mg/dia) e mulheres (75mg/dia) o consumo superaria o preconizado.

Para a vitamina A o menor consumo ocorre também entre os indivíduos com 71 anos ou mais. A IDR da vitamina para homens e mulheres com 71 anos ou mais é 900µg/dia e 700µg/dia, respectivamente.

É essencial que as vitaminas A e C sejam mantidas em níveis adequados no organismo para que possam desempenhar o papel de estimulante na absorção de ferro.

4.4 Características do consumo de nutrientes segundo condição de recebimento do Programa Bolsa Família

Tabela 4 - Ingestão diária de energia de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), segundo local do domicílio, sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009

(continua)

Sexo	Vínculo ao PBF	Crianças e adolescentes		Adultos		Idoso	
		VET (kcal)	DP	VET (kcal)	DP	VET (kcal)	DP
Brasil							
Masculino	Sim	2006,0	46,7	2074,8	31,2	1711,6	78,1
	Não	2227,9	37,5	2174,1	17,3	1799,0	24,5
Feminino	Sim	1846,0	34,6	1626,9	18,1	1454,4	55,1
	Não	1937,7	27,4	1725,0	12,8	1492,6	21,1
Região Norte							
Masculino	Sim	2317,9	148,4	2285,1	63,6	2173,2	309,6
	Não	2382,3	96,0	2373,9	45,9	1962,9	81,0
Feminino	Sim	1927,4	94,4	1794,1	55,2	1758,5	181,8
	Não	2127,7	58,4	1864,6	27,1	1668,8	75,1
Região Nordeste							
Masculino	Sim	1873,5	43,5	2073,1	40,3	1564,5	85,1
	Não	2158,6	64,0	2216,5	33,7	1803,9	48,6
Feminino	Sim	1825,6	43,7	1599,6	22,0	1345,7	74,1
	Não	1867,5	44,2	1727,0	21,9	1463,7	28,5
Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro							
Masculino	Sim	2161,6	129,6	2007,3	52,7	1799,7	85,5
	Não	2310,3	72,1	2201,9	28,2	1808,4	46,9
Feminino	Sim	1786,1	83,1	1609,2	74,3	1500,8	73,0
	Não	1981,3	56,1	1769,9	38,7	1489,5	44,4
São Paulo							
Masculino	Sim	2221,8	250,9	2072,7	151,5	1609,0	228,3
	Não	2239,6	108,1	2070,9	43,9	1781,3	59,9
Feminino	Sim	1792,7	202,1	1642,5	85,4	1397,7	121,1
	Não	1910,5	71,7	1681,3	32,8	1515,3	59,4

Nota: PBF = Programa Bolsa Família; VET= valor energético total; kcal= quilocalorias; DP= desvio padrão

Tabela 4 - Ingestão diária de energia de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), segundo local do domicílio, sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009

(continuação)

Sexo	Vínculo ao PBF	Crianças e adolescentes		Adultos		Idoso	
		VET (kcal)	DP	VET (kcal)	DP	VET (kcal)	DP
Região Sul							
Masculino	Sim	1862,2	142,2	1934,4	173,1	1757,6	377,2
	Não	2166,7	65,8	2182,0	38,4	1769,1	59,9
Feminino	Sim	1981,8	149,4	1581,4	93,4	1559,0	167,3
	Não	1945,0	71,0	1690,7	25,7	1479,8	43,7
Região Centro-Oeste							
Masculino	Sim	1997,7	98,5	1906,0	114,3	2175,3	268,6
	Não	2110,6	79,8	2114,8	36,9	1754,4	63,2
Feminino	Sim	1993,1	115,3	1676,7	64,8	1680,3	214,4
	Não	1872,1	78,6	1686,2	42,5	1446,9	60,6

Nota: PBF = Programa Bolsa Família; VET= valor energético total; kcal= quilocalorias; DP= desvio padrão

O estado de São Paulo foi analisado separadamente por se diferenciar dos demais estados no tocante ao nível econômico da população, sendo o principal centro econômico do país, com o maior Produto Interno Bruto - PIB registrado entre as unidades da Federação (IBGE, 2015). O estado, que possui um melhor nível socioeconômico da população, apresenta a menor média de consumo de energia entre os adultos, homens e mulheres, não beneficiários do PBF.

Ricardo e Claro (2012) avaliaram a relação entre o custo da alimentação e a densidade energética da dieta nos domicílios brasileiros. Utilizaram no estudo dados do bloco de consumo da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009) a fim de identificar os alimentos mais consumidos e seus respectivos preços. Identificou-se no trabalho, uma associação inversa entre densidade energética e preço da dieta ($p < 0,05$), sendo que, no menor custo possível, obteve-se o valor máximo de densidade energética. Os autores concluíram que restrições no custo da alimentação podem resultar na escolha de alimentos com maior densidade energética, como açúcar, farinhas, óleos e gorduras.

Na região Centro-Oeste, os idosos beneficiários do PBF consomem quantidade maior de energia em relação aos não beneficiários. A região Norte se destaca por apresentar a maior média de consumo de energia entre a população em diferentes estágios de vida, tanto para os beneficiários do PBF quanto para os não beneficiários.

Tabela 5 - Ingestão diária de vitamina A e vitamina C, de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009

Vitaminas	Vínculo ao PBF	Crianças e adolescentes		Adultos		Idoso	
		Quantidade	DP	Quantidade	DP	Quantidade	DP
Masculino							
Vitamina A (µg)	Sim	419,5	74,8	445,2	56,6	243,2	34,8
	Não	489,4	57,1	525,6	26,1	543,2	67,8
Ácido ascórbico (mg)	Sim	200,2	34,8	191,8	24,4	134,7	57,9
	Não	163	15,5	162	8,9	156,7	17,6
Feminino							
Vitamina A (µg)	Sim	355,3	32,8	405,2	38	404,1	88
	Não	521,3	64,3	522,5	24,9	495,4	36,1
Ácido ascórbico (mg)	Sim	186,8	24,5	154,2	17,6	113,4	33,5
	Não	148,7	11,9	170,4	8,3	153,2	17,5

Nota: PBF = Programa Bolsa Família; DP= desvio padrão

A tabela 5 reúne os resultados referentes ao consumo de vitamina A e ácido ascórbico (vitamina C), substâncias consideradas pela literatura como estimulantes na absorção do ferro (MACHADO et al., 2006; ARANHA et al., 2000).

Segundo Fisberg et al (2013), a deficiência de vitamina A está entre as principais carências de micronutrientes em idosos brasileiros. Os autores observaram uma prevalência maior de 50% na inadequação da ingestão de vitamina A, entre os indivíduos de ambos os sexos, sendo que na região Norte, Nordeste e Centro-Oeste essa inadequação ultrapassou 70%.

A IDR de vitamina A para pessoas com mais de 51 anos, é de 900µg/dia e 700 µg /dia, para homens e mulheres, respectivamente. Se considerado esses valores de como referência (900µg/dia e 700 µg /dia), tanto beneficiários quanto não beneficiários do PBF estariam consumindo um valor menor do que o preconizado.

Entre os homens e mulheres, em todos os estágios de vida, a vitamina A tem a menor média de consumo entre os beneficiários do PBF. Para os idosos, o consumo de vitamina A entre os beneficiários do PBF excede duas vezes mais o consumo da mesma vitamina pelos não-beneficiários.

Segundo GARCÍA-CASAL et al. (1998), a vitamina A pode agir como estimulante na absorção de ferro porém, seu consumo abaixo do recomendado comprometeria sua contribuição na absorção do ferro.

Para o ácido ascórbico, considerando os homens, com exceção dos idosos, a maior média de consumo foi identificada entre os beneficiários do PBF. Já para as mulheres, são os não-beneficiários do PBF, com exceção das crianças e adolescentes, que tem maior consumo entre os beneficiários.

Tabela 6 - Ingestão diária de minerais e fibras de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009.

(continua)

Nutrientes e Fibras	Vínculo ao PBF	Crianças e adolescentes		Adultos		Idoso	
		Quantidade	DP	Quantidade	DP	Quantidade	DP
Masculino							
Fibras alimentares (g)	Sim	23,2	0,6	25,1	0,5	20,2	1,0
	Não	21,7	0,4	23,2	0,2	21,6	0,4
Ferro (mg)	Sim	12,3	0,4	13,1	0,3	10,8	0,6
	Não	13,3	0,4	13,7	0,1	11,3	0,2
Folato (µg)	Sim	272,6	8,9	300,2	7,3	235,1	25,4
	Não	303,3	7,3	325,0	4,0	277,6	6,4
Cálcio (mg)	Sim	470,4	16,6	446,5	9,3	461,0	44,9
	Não	596,7	12,5	564,5	7,6	525,3	12,9
Zinco (mg)	Sim	11,2	0,4	12,4	0,3	11,1	0,6
	Não	12,5	0,3	13,3	0,1	11,3	0,2
Cobre (mg)	Sim	1,3	0,1	1,4	0,1	0,9	0,0
	Não	1,4	0,1	1,4	0,0	1,4	0,1
Manganês (mg)	Sim	3,7	0,4	10,2	2,3	6,8	3,6
	Não	4,3	0,7	12,3	1,0	16,7	3,2

Nota: PBF = Programa Bolsa Família; DP= desvio padrão

Tabela 6 - Ingestão diária de minerais e fibras de acordo com estágios de vida (crianças e adolescentes, adultos e idosos), sexo e condição de recebimento do PBF. Brasil, 2008-2009.

(continuação)

Nutrientes e Fibras	Vínculo ao PBF	Crianças e adolescentes		Adultos		Idoso	
		Quantidade	DP	Quantidade	DP	Quantidade	DP
Feminino							
Fibras alimentares (g)	Sim	19,6	0,4	18,6	0,3	17,7	0,9
	Não	18,3	0,3	18,1	0,2	17,6	0,3
Ferro (mg)	Sim	10,4	0,2	9,6	0,2	8,6	0,4
	Não	11,3	0,2	10,3	0,1	8,8	0,2
Folato (µg)	Sim	245,6	8,9	255,3	4,9	190,6	9,5
	Não	264,8	5,5	255,0	3,1	229,4	4,9
Cálcio (mg)	Sim	438,8	13,6	377,1	6,9	420	24
	Não	553,3	12,6	497,7	6,8	498,6	11
Zinco (mg)	Sim	9,8	0,2	9,4	0,2	8,7	0,7
	Não	10,5	0,2	10,2	0,1	8,8	0,2
Cobre (mg)	Sim	1,0	0	1,1	0	0,9	0,1
	Não	1,3	0,1	1,2	0	1,0	0
Manganês (mg)	Sim	2,8	0,2	10,4	1,9	10,4	5,4
	Não	4,6	0,8	13,1	1,3	10,9	2,6

Nota: PBF = Programa Bolsa Família; DP= desvio padrão

A tabela 6 refere-se à ingestão de fibras, ferro, ácido fólico e minerais considerados inibidores na absorção do ferro como, cálcio, zinco, cobre e manganês (BRASIL, 2007).

Experimentos *in vitro* revelaram que as fibras dietéticas podem inibir a absorção do ferro devido ao aumento do trânsito intestinal e capacidade de formar complexo com ferro (TORRE et al., 1991; BRASIL, 2007).

A fibra é consumida em maior quantidade entre os beneficiários do PBF, com exceção dos idosos homens. Segundo Bernaud e Rodrigues (2013), a ingestão adequada de pelo menos 30g de fibras/dia pode contribuir para a diminuição da glicose, pressão arterial e lipídeos séricos, contribuindo também na redução de problemas cardíacos, diabetes *melitus* e câncer de cólon.

Comparando o consumo de ácido fólico entre os beneficiários e não beneficiários do PBF, notam-se valores menores para beneficiários do PBF de todas as faixas etárias, em ambos os sexos, sendo que o menor valor de consumo é dos idosos beneficiários do PBF.

Assim como para o consumo de ácido fólico, o consumo de ferro é menor para os beneficiários do PBF.

Os não-beneficiários do PBF consomem maior quantidade de ferro, cálcio, zinco e manganês. Para o cálcio, há diferença entre o consumo dos beneficiários e não-beneficiários do programa, principalmente quando se considera o grupamento dos adultos.

O cálcio pode agir como inibidor na absorção de ferro mas tem um papel essencial para a coagulação do sangue, contração dos músculos e formação de dentes e ossos (NAS, 2011).

Apesar do PBF ter como um de seus objetivos a promoção da segurança alimentar e nutricional e de haver resultados relevantes que atestem sua influência na redução da desnutrição e insegurança alimentar, o maior poder aquisitivo das famílias pobres aumenta a escolha de alimentos pobre em nutrientes (LIGNANI et al., 2010; CARMARGO et al., 2013).

4.5 Consumo de ferro e ácido fólico a partir de farinha de trigo

Tabela 7 – Ingestão diária de ferro e folato oriundos da farinha de trigo, por região e estado de São Paulo (BRASIL, 2008-2009)

Nutrientes	Norte			Regiões Nordeste			Sudeste		
	Média	DP	%	Média	DP	%	Média	DP	%
Ferro (mg)	1,81	0,07	15,96	1,84	0,04	17,08	20,32	0,07	18,66
Folato (µg)	63,88	3,7	26,96	59,05	1,87	22,83	87,06	3,59	28,25

Nutrientes	Sul			Centro-Oeste			Estado de São Paulo		
	Média	DP	%	Média	DP	%	Média	DP	%
Ferro (mg)	2,15	0,08	18,27	1,76	0,08	14,37	2,86	0,09	24,44
Folato (µg)	69,24	4,41	25,57	62,49	3,89	23,04	115,07	4,8	37,51

Nota: DP= desvio padrão; % = participação da farinha de trigo na ingestão (total) de ferro e folato consumidos

Na tabela 7, nas regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste, observa-se que o ferro proveniente da farinha de trigo representa, em média 16,87% do total de ferro consumido pela população através da dieta alimentar. No Estado de São Paulo, analisado separadamente devido às suas características econômicas

distintas dos demais estados do Brasil (IBGE, 2015) nota-se que a participação da farinha de trigo no total do consumo de ferro é maior, representando 24,44%.

Considerando a região Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, o folato proveniente da farinha de trigo representa 25,33% do total de folato consumido pela população. No Estado de São Paulo, nota-se que a participação da farinha de trigo no total do consumo de folato é maior.

Embora pesquisas indiquem que a fortificação de farinha com ácido fólico em alguns países está relacionada com o declínio nos casos de DTN (ROSENTHAL et al., 2013; LOPEZ-CAMELO et al., 2010; CASTILLO-LANCELOTTI et al., 2013), é importante investigar o impacto dessa fortificação para toda a população, incluindo adultos e idosos.

Um estudo conduzido por Hirata et al (2017) avaliou a deficiência de ferro em adolescentes de 10 a 17 anos com base na baixa saturação de transferrina e observou uma prevalência de 10,3% e 18,6% de deficiência de ferro, em mulheres e homens, respectivamente, no ano de 2004 (período anterior a fortificação das farinhas). Após um período de 6 anos, os autores identificaram uma queda significativa nos valores, que passaram para 4 e 10,4%. Segundo os referidos autores a política pública adotada pelo governo brasileiro, que torna obrigatória a fortificação de ferro e a farinha de milho, pode responder parcialmente pela redução dos valores.

Além da viabilidade tecnológica para fortificação da farinha de trigo e do fato da maioria dos países usar com êxito a farinha de trigo como veículo para a fortificação, o Ministério da Saúde optou por selecionar a farinha de milho juntamente com a farinha de trigo na estratégia de fortificação devido ao alcance da farinha de milho nos locais onde a farinha de trigo é consumida em menor quantidade (BRASIL, 2016c). Dessa forma, uma análise complementar seria avaliar também a participação da farinha de milho na ingestão (total) de ferro e folato consumidos pela população.

Embora em todo o país, arroz, feijão, café, pão de sal e carne bovina sejam os cinco alimentos com maior prevalência de consumo, alguns alimentos são marcadamente de consumo regional, como é o caso da farinha de mandioca no Norte e no Nordeste e a farinha de milho no Nordeste do país (SOUZA et al., 2013).

A participação das farinhas de trigo e milho no aporte de ácido fólico e ferro dietético declina conforme ocorre o aumento dos rendimentos familiares. Verifica-se ainda que a proporção de ferro proveniente das farinhas no estrato de menor renda (10,9%) é cerca de três vezes maior em relação ao estrato de maior renda (4,0%). O

mesmo ocorre para o ácido fólico proveniente das farinhas, no estrato de menor renda sua participação no aporte de ácido fólico total é 2,5 vezes maior quando comparado ao estrato de maior renda (IBGE, 2011a).

As carnes são responsáveis pela maior porcentagem de consumo de ferro na dieta do brasileiro, seguida de pão francês, biscoitos e massas, produtos fabricados com a farinha de trigo fortificada. Pão francês, biscoitos e massas são também responsáveis pelo maior aporte de ácido fólico na dieta da população (BRASIL, 2016C). O ferro heme, derivado principalmente da hemoglobina e da mioglobina das carnes, das aves e dos peixes tem sua biodisponibilidade elevada não sendo afetada pelos fatores inibidores que podem estar presentes na dieta, o que difere do ferro não heme, contido nos cereais e nas hortaliças que é absorvido pelo organismo em apenas 10% e ainda sobre influência dos componentes da dieta (WHO, 1988).

Além disso, o monitoramento de ferro e ácido fólico nas farinhas fortificadas é uma ação importante para a efetividade do programa de fortificação e segurança da população, no que diz respeito aos problemas que o ferro e ácido fólico podem acarretar à saúde se consumidos de forma excessiva.

5 CONCLUSÃO

A média da ingestão diária de ferro da população brasileira foi 11,62mg (dp=0,08mg) e para o ácido fólico, o valor diário médio consumido alcançou 278,07µg.

Os resultados revelam que a estratégia de fortificação mandatória das farinhas de trigo e milho com ferro e ácido fólico deve ser avaliada com cautela considerando a variação do consumo entre os diferentes níveis socioeconômicos, idade, sexo e, principalmente, entre as regiões do Brasil. Deve haver uma preocupação dos órgãos de saúde com relação aos danos que o consumo excessivo de ferro e ácido fólico pode causar ao organismo. Além disso, é primordial o monitoramento constante da concentração de ferro e ácido fólico nas farinhas. Novos parâmetros para a fortificação foram adotados pela RDC Nº 150 de 2017, contudo, as indústrias devem cumprir os limites fixados para que a partir desse ponto, seja possível avaliar com mais precisão qual é o consumo de ferro e ácido fólico a partir das farinhas fortificadas.

REFERÊNCIAS

- AMAYA-FARFAN, J.; DOMENE, S. M. A.; PADOVANI, R.M. DRI: Síntese comentada das novas propostas sobre recomendações nutricionais para antioxidantes. *Rev. Nutr.*, Campinas, 14 (1): 71-78, jan./abr., 2001.
- ARANHA, F. Q.; BARROS, Z.F.; MOURA, L.S.A.; GONÇALVES, M, C.R.; BARROS, J.C.; METRI, J.C.; SOUZA, M.S. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 89-97, maio/ago. 2000.
- ARCANJO, F.P.N.; AMANCIO, O.M.S.; BRAGA, J.A.P. Fortificação alimentar com ferro. **O Mundo da Saúde**, São Paulo. v.33, 3ª ed., p. 279-285, 2009.
- BASSOLI, B.K.; MORENO, F.S. **Ácido fólico: efeito paradoxais na promoção da hepatocarcinogênese em ratos**. 2009. 158p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos – Nutrição Experimental) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BELL, K. N.; OAKLEY JR., G.P. Update on Prevention of Folic Acid-Preventable Spina Bifida and Anencephaly. **Birth Defects Research (Part A): Clinical and Molecular Teratology**, 85:102-107, 2009.
- BERNAUD, F.S.R.; RODRIGUES, T.C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab**. 57/6, 2013.
- BLENCOWE, H.; COUSENS, S.; MODELL, B.; LAWN, J. Folic acid to reduce neonatal mortality from neural tube disorders. **Int J Epidemiol**, 39:110-21, 2010.
- BOEN, T. R.; SOEIRO, B.T.; PEREIRA-FILHO, E.R.; JULIANA AZEVEDO LIMA-PALLONE. Folic Acid and Iron Evaluation in Brazilian Enriched Corn and Wheat Flours. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 19, No. 1, 53-59, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. **Manual de Fortificação de farinha de trigo com ferro**. Rio de Janeiro, ISSN 0103-6068, 56p. dez. 2001.
- _____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 344, de 13 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de dez. 2002.
- _____. Decreto no 5.209, de 17 de setembro de 2004. Regulamenta a Lei no 10.836, de 9 de janeiro de 2004, que cria o Programa Bolsa Família. Brasília: Presidência da República, 2004.
- _____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteínas, Vitaminas e Minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de set. de 2005.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Agenda Regulatória**. Ciclo Quadrienal 2013-2016. Manual de orientação dos questionários de avaliação dos temas da lista preliminar e de proposição de novos temas. Brasília, 44p. 2005.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Proposta em Consulta Pública Nº 249 de 6 de setembro de 2016. Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. Disponível em: Acesso em: 8 de setembro de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 de set. de 2016a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Boas Práticas Regulatórias. Agenda Regulatória 2015-2016: Tema Nº 6.. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/site/aplicacao=2798>). Acesso em: 10 de novembro de 2016b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório do grupo de trabalho da Anvisa para revisão da Resolução RDC n.344/2002, que aprova o Regulamento Técnico para Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ácido Fólico e Ferro. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/site/aplicacao=2798>). Brasília, abril de 2016. Acesso em: 10 de novembro de 2016c.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública 249/2016. Fortificação de Farinhas. Formulário Eletrônico. Disponível em: http://formsus.datasus.gov.br/site/resultado.php?id_aplicacao=2798). Acesso em: 10 de novembro de 2016d.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 150, de 13 de abril de 2017. Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de abril. 2017.

_____. Ministério da Saúde. Carências de Micronutrientes. **Cadernos de Atenção Básica**. Série A, Nº20. Normas e Manuais Técnicos. Brasília, 59 p. 2007.

_____. Ministério da Saúde. II Reunião Ordinária da Comissão Interinstitucional para Implementação, Acompanhamento e Monitoramento das Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo, Milho e de seus Subprodutos. Brasília, 14 e 15 de dezembro de 2011. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/2_reuniao_ordinaria.pdf. Acesso em: julho de 2016.

BRITTO, J.C.; CANÇADO, R.; GUERRA-SHINOHARA, E. M. Concentrations of blood folate in Brazilian studies prior to and after fortification of wheat and cornmeal (maize flour) with folic acid: a review. **Brazilian Journal of Hematology and Hemotherapy**, 36(4): 275–286, 2014.

BUZZO, M.L.; CARVALHO, M.F.H.; TIGLEA, P.; ARAUZ, L.J.; ARAKAKI, E.E.K.; MATSUZAKI, R. Monitoramento de farinha de trigo e de milho fortificadas com ferro. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 71(4):645-9, 2012.

CAMARGO, C.F.; CURRALERO, C.R.B.; LICIO, E.C.; MOSTAFA, J. Perfil socioeconômico dos beneficiários do programa bolsa família: o que o cadastro único revela? In: CAMPELLO, T.; NERI, M.C. (Ed.). **Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania**. Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_bolsafamilia_10anos.pdf. Acesso em: agosto, 2016.

CANÇADO, R.D.; CHIATTONE, C.S. Visão atual da hemocromatose hereditária. **Rev Bras Hematol Hemoter**. V. 32(6), p. 469-475, 2010.

CARPENTER, C.E.; MAHONEY, A.W. Contributions of heme and nonheme iron to human nutrition. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v.31, n.4, p.333-367, 1992.

CARVALHO, A.P.L; ZANARDO, V.P.S. Consumo de água e outros líquidos em adultos e idosos residentes no Município de Erechim – RS. **Perspectiva**, Erechim. v.34, n.125, p. 117-126, março/2010.

CASTILLO-LANCELOTTI, C.; TUR, J.A.; UAUY, R. Impact of folic acid fortification of flour on neural tube defects: a systematic review. **Public Health Nutr**. 16(5):901, 2013.

COUTINHO, J.G.; GENTIL, P.C.; TORAL, N. A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 24 Sup 2:S332-S340, 2008.

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2006.

DARY, O. Lessons learned with iron fortification in Central America. **Nutrition Reviews**, 60 (7 Pt 2):S30–S33, 2002.

DE CARLI, L.; ROSSO, N.D.; SCHNITZLER, E.; CARNEIRO, P.I.B. Estudo da estabilidade do complexo ácido fítico e o íon Ni(II). **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 26, n. 1, p. 19-26, jan./mar. 2006.

DONNELLY, J.G. Folic acid. In: **Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences**. 38 (3): 183-223, 2001.

FAO. **Codex alimentarius**. International Food Standards. Fortification of the Food Supply with Vitamins and Minerals: Consultation Paper on Draft Policy Guidelines, December, 2003.

FAO/WHO. Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. **Food and Nutrition Series**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: FAO; 1988

_____. Sixty-Eighth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 947, 2007.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food-based approaches for improving diets and raising levels of nutrition. **Concept Note**. Roma, 2010.

FIEP. Federação das Indústrias do Estado do Paraná. Programa de aumento das vendas dos produtos paranaenses: farinha de trigo. 2006. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br>>. Acesso em: 10 de set. 2015.

FFI. Flour fortification initiative country database. **Enhancing Grains for Healthier Lives**. Disponível em: http://www.ffinetwork.org/global_progress/index.php. Acesso em: junho de 2016.

FISBERG, R.M.; MARCHIONI, D.M.L.; CASTRO, M.A.; VERLY JR.,E.; ARAÚJO, M.C.; BEZERRA, I.N.; PEREIRA, R.A.; SICHIERI, R. Inadequate nutrient intake among the Brazilian elderly: National Dietary Survey 2008-2009. **Rev Saúde Pública**, 42 (1 Supl), 2013.

FONSECA, V.M.; SICHIERI, R.; BASILIO, L.; RIBEIRO, L.V.C. Consumo de folato em gestantes de um hospital público do Rio de Janeiro. **Rev Bras Epidemiol**. 6:319-27, 2003.

GARCÍA-CASAL, M.N.; LAYRISSE, M.; SOLANO, L. et al. Vitamin A and β -caroteno can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. **Journal of Nutrition**, v. 128, p.646-650, 1998.

GERMANI, R. et al. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. **Manual de Fortificação de farinha de trigo com ferro**. Rio de Janeiro, ISSN 0103-6068, 56p. dez. 2001.

GROTTO, H.Z.W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.*, 30(5): 390-397, 2008.

GUERRA-SHINOHARA, E.M.; MORITA, O.E.; PERES, S. et al. Low ratio of S-adenosylmethionine to S-adenosylhomocysteine is associated with vitamin deficiency in Brazilian pregnant women and newborns. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 1312-1321, 2004.

HALLBERG, L.; ROSSANDER-HULTHÉN, L.; BRUNE, M.; GLEERUP, A. Inhibition of haem-iron absorption in man by calcium. **British Journal of Nutrition**, v.69, n.2, p.553-540, 1992.

HIRATA, A.M.; BRAGA, J.A.P.; VITALLE, M.S.S.; AMANCIO, O.M.S. Effect of the Brazilian iron fortification of wheat and corn flour on the nutritional iron status in adolescents, 6 years after its implementation. **Nutrire**, 42:11, 2017.

HORTON, S.; ROSS, J. The economics of iron deficiency. **Food Policy**, 28, 51-75, 2003.

HURRELL, R.F. Bioavailability of iron. **European Journal of Clinical Nutrition**. 51(Suppl1):S4-8, 1997.

HURRELL, R.F.; REDDY, M.B.; BURRI, J.; COOK, J.D. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal based foods. **British Journal of Nutrition**, 84:903–910, 2000.

IBASE – INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES SOCIAIS E ECONÔMICAS. **Repercussões do programa Bolsa Família na segurança alimentar e nutricional: relatório síntese**. Rio de Janeiro: Ibase, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares (POF) 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. 130p. Rio de Janeiro, 2010a.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil**. 54p. Rio de Janeiro, 2010c.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: despesas, rendimentos e condições de vida**. 222p. Rio de Janeiro, 2010d.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008–2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. 150p. Rio de Janeiro, 2011a.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008–2009: tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil**. 351p. Rio de Janeiro, 2011b.

_____. **Contas regionais do Brasil: 2010-2013** / IBGE, Coordenação de Contas Nacionais. Contas nacionais, ISSN 1415-9813; n. 47, Rio de Janeiro: IBGE, 93p., 2015.

INTERNATIONAL NUTRITIONAL ANEMIA CONSULTATIVE GROUP. Anemia, iron deficiency and iron deficiency anemia. Ed. Committee INACG. Washington: ILSI Research Fundation; 2002.

KIM, Y. I. Does a High Intake Increase the Risk of Breast Cancer? **Nutrition Reviews**, v. 64, n.10, p. 468-475, 2006.

KIM, Y.I. Folic acid supplementation and cancer risk: point. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev** 17, 2220–2225, 2008.

KIRA, C.S.; BUZZO, M.L.; CARVALHO, M.F.H.; DURAN, M.C.; SAKUMA, A.M. Avaliação dos teores de ferro em farinhas de trigo fortificadas, São Paulo, Brasil. **Rev Inst Adolfo Lutz**, 65(3): 181-185, 2006.

LEVY, R. B.; CLARO, R.M.; MONDINI, SICHIERI, R.; MONTEIRO, C.A. Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. **Rev. Saúde Pública**; 46(1): 6-15, 2012.

LIGNANI, J.B; SICHIERI, R.; BURLANDY, L.; SALLES-COSTA, R. Changes in food consumption among the Programa Bolsa Família participant families in Brazil. **Public Health Nutrition**, London, v.14, n.5, p. 785-792, 2010.

LIN, J.; LEE, I.M.; COOK, N.R.; SELHUB, J.; MANSON, J.E.; ZHANG, B.J.E.S.M. Plasma folate, vitamin B6, vitamin B12, and risk of breast cancer in women. **Am. J. Clin. Nutr.** V.87, p.734-743, 2008.

LAYRISSE, M.; CHAVES, J.; MENDEZ-CASTELLANO, H.; BOSCH, V.; TROPPER, E.; BASTARDO, B.; GONZÁLEZ, E. Early response to the effect of iron fortification in the Venezuelan population. **American Journal of Clinical Nutrition.** 64(6):903-7, 1996.

LEVY, R.B.; CASTRO, I.R.R.; CARDOSO, L.O.; TAVARES, L.F.; SARDINHA, L.M.V.; GOMES, F.S.; COSTA, A.W.N. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE). **Ciência & Saúde Coletiva**, 15(Supl.2): 3085-3097, 2010.

LYNCH, S.R. The impact of iron fortification on nutritional anaemia. **Best Practice & Research Clinical Haematology.** Vol. 18, No. 2, pp. 333–346, 2005.

LOPEZ-CAMELO, J.S.; CASTILLA, E.E.; ORIOLI, I.M. Folic acid flour fortification: impact on the frequencies of 52 congenital anomaly types in three South American countries. **Am J Med Genet A.** 152(10):2444-58, 2010.

MACHADO, E.H.S.; COLLI, C. Anemia em gestantes atendidas em Unidades Básicas de Saúde da Região Administrativa do Butantã, município de São Paulo, em 2006 e 2008. Tese (Doutorado em Nutrição Humana Aplicada) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas; Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade; Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MACHADO, F.N.V.F.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; PIEDADE, S.M.S. Avaliação da disponibilidade de ferro em ovo, cenoura e couve e em suas misturas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(3): 610-618, jul.-set., 2006.

MARQUES, M. F.; MARQUES, M. M.; XAVIER, E. R.; GREGÓRIO, E.L. Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 38, n.1, 2012.

MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; CAMACHO, M.M.; MARTÍNEZ-LAHUERTA, J.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; FITO P. Iron deficiency and iron fortified foods – a review. **Food Research International**, 35: 225-31, 2002.

MICHELAZZO, F.B.; OLIVEIRA, J.M.; STEFANELLO, J.; LUZIA, L.A.; RONDÓ, P.H.C. The influence of vitamin A supplementation on iron status. **Nutrients**, v.5, 4399-4413, 2013.

MORAES, M. F.; NUTTI, M. R.; WATANABE, E.; CARVALHO, J. L. V. Práticas agrônomicas para aumentar o fornecimento de nutrientes e vitaminas nos produtos agrícolas alimentares. In: Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa. p. 299-312, 2009.

MORRIS, M.C. et al. Dietary folate and vitamin B12 intake and cognitive decline among community-dwelling older persons. **Arch Neurol**, v. 62, n.4, p.641-645, April, 2005.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Food and Nutrition Board. **Dietary Reference Intakes: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline**. Washington, DC, National Academy Press, 1998.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Food and Nutrition Board. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington: National Academy Press, 529p, 2000.

_____. Food and Nutrition Board. **Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc : a Report of the Panel on Micronutrients**. Washington, DC, National Academy Press, 773p, 2001.

_____. Food and Nutrition Board. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids**. Washington, DC, National Academy Press, 1332p, 2002/2005.

_____. Food and Nutrition Board. **Dietary reference intakes for calcium and vitamin D**. Washington: National Academy Press, 1132p, 2011.

LAGIOU, P.; TRICHOPOULOU, A. The DAFNE initiative: the methodology for assessing dietary patterns across Europe using household budget survey data. **Public Health Nutrition**, London, v. 4. N. 5b, p. 1135 – 1141, 2001.

OSLER, M.; MILMAN, N.; HEITMANN, B. L. Consequences of removing iron fortification of flour on iron status among Danish adults: some longitudinal observations between 1987 and 1994. **Preventive Medicine**. 29: 32–36, 1999.

PANIZ, C.; GUERRA-SHINOHARA, E.M. **Efeitos do ácido fólico não metabolizado na metilação global do DNA, na expressão de RNAm dos genes de DHFR, MTHFR, interferon- γ , TNF- α e interleucina-8, e na citotoxicidade das células NK**, 2015. 194p. Tese (Doutorado em Farmácia – Análises Clínicas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

RAMAKRISHNAN, U.; YIP, R. Experiences and Challenges in Industrialized Countries: Control of Iron Deficiency in Industrialized Countries. **The Journal of Nutrition**, 132 (4Supl):820S-4S, 2002.

RICARDO, C.Z.; CLARO, R.M. Custo da alimentação e densidade energética da dieta no Brasil, 2008-2009. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.28, n.12, p.2349-2361, dez. 2012.

ROSENTHAL, J.; CASAS, J.; TAREN, D.; ALVERSON, C.J.; FLORES, A.; FRIAS, J. Neural tube defects in Latin America and the impact of fortification: a literature review. **Public Health Nutr**, 1-14, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Sanitária. Coordenadoria de Controle de Doenças. **Relatório Final**. Programa Paulista de Análise Fiscal de Alimentos. Biênio 2005-2006. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/prog_det.asp?te_codigo=1&pr_codigo=6>. Acesso em: 03 de outubro de 2015.

SCHMIDT, M.I.; DUNCAN, B.B.; AZEVEDO E SILVA, G.; MENEZES, A.M.; MONTEIRO, C.A.; BARRETO, S.M.. Chronic noncommunicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **Lancet**.;377(9781):1949-61, 2011.

SILVA, R.C.R.; ASSIS, A.M.O.; SZARFARC, S.C.; PINTO, E.J.; COSTA, L.C.C.; RODRIGUES, L.C. Iniquidades socioeconômicas na conformação dos padrões alimentares de crianças e adolescentes. *Rev. Nutr.*, Campinas, 25(4):451-461, jul/ago., 2012.

SOLOMONS, N. W. Competitive interaction of iron and zinc in diet: consequences for human nutrition. **J. Nutr.**, v.116, p. 927-935, 1986.

SOUZA, A, M.; PEREIRA, R.A.; YOKOO, E.M.; LEVY, R.B.; SICHIERI, R. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. *Rev. Saúde Pública*; 47(1 Supl): 190S-9S, 2013.

SOUZA NETO, F.S.; ROSA, C.S.; ROSA, L.C. Avaliação do processo de enriquecimento de farinha de trigo com ácido fólico em farinhas comercializadas na cidade de Santa Maria – RS. **Alim. Araraquara**, v. 23, n.4, p.577-581, out./dez.. 2012.

SCHÜMANN, K.; KROLL, S.; WEISS, G.; FRANK, J.; BIESALSKI, H.K.; DANIEL, H.; FRIEL, J.; SOLOMONS, N.W. Monitoring of hematological, inflammatory and oxidative reactions to acute oral iron exposure in human volunteers: Preliminary screening for selection of potentially-responsive biomarkers. *Toxicology* 212, 10-23, 2005.

TEIXEIRA, P.T.V et al. Influência da fortificação de farináceos com ácido fólico na incidência dos defeitos do tubo neural. **Rev. Pesq. Saúde**, 15(3): 336-339, set./dez. 2014.

TORRE, M.; RODRIGUEZ A.R.; SAURA-CALIXTO,F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. **Critical Reviews Food Science and Nutrition**, v.30, n.1, p.1-22, 1991.

VEIGA, G.V.; COSTA, R.S.; ARAÚJO, M.C.; SOUZA, A.M.; BEZERRA, I.N.; BARBOSA, F.S.; SICHIERI, R.; PEREIRA, R.A. Inadequação do consumo de nutrientes entre adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública*; 47(1Supl): 212-21S, 2013.

VELLOZO, E. P.; FISBERG, M. O impacto da fortificação de alimentos na prevenção da deficiência de ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 134-139, Junho 2010.

WHO. World Health Organization. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention, and control. **A guide for programme managers**. Geneva. 132 p. 2001.

_____. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Technical Report Series 916. **Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation**. Geneva. 2003.

_____. World atlas of birth defects. **Human Genetics Programme Management of Noncommunicable Diseases**. Geneva. 2003.

_____. **Guidelines on food fortification with micronutrients**. Geneva: WHO/FAO, 2006.

_____. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005: **WHO global database on anemia**. Edited by Benoist B, McLea E, Egli I, Cogswell M. 2008.

_____. Recommendation on Wheat and Maize flour fortification. **Meeting Report: Interim Consensus Statement**. Geneva: FAO/WHO, 2009.

_____. The global prevalence of anemia in 2011. Geneva: World Health Organization: 2015.

ANEXOS

ANEXO A – Ingestão Diária Máxima Tolerável (UL) de vitamina A e vitamina C, estimulantes na absorção do ferro

Idade	Sexo	Vitamina A ¹ (µg)	Vitamina C (mg)
Recém-nascidos até 6 meses	Ambos	600	ND*
7-12 meses	Ambos	600	ND*
1-3 anos	Ambos	600	400
4-8 anos	Ambos	900	650
9-13 anos	Masculino	1700	1200
	Feminino	1700	1200
14-18 anos	Masculino	2800	1800
	Feminino	2800	1800
19 -50 anos	Masculino	3000	2000
	Feminino	3000	2000
Mais de 51 anos	Masculino	3000	2000
	Feminino	3000	2000

Fonte: National Academy of Sciences (2000; 2001)

¹Inclui carotenoides provitamina A que são precursores de retinol, a forma ativa de vitamina A

*Não determinável devido à falta de dados de efeitos adversos do excesso do nutriente nessa faixa de idade

ANEXO B – Ingestão Diária Máxima Tolerável (UL) de cálcio, zinco, cobre, manganês e fibras, inibidores na absorção do ferro

Idade	Sexo	Cálcio (mg)	Zinco (mg)	Cobre (µg)	Manganês (mg)
Recém-nascidos até 6 meses		1000	4	ND*	ND*
7-12 meses		1500	5	ND*	ND*
1-3 anos		2500	7	1000	2
4-8 anos		2500	12	3000	3
9-13 anos	Masculino	3000	23	5000	6
	Feminino	3000	23	5000	6
14-18 anos	Masculino	3000	34	8000	9
	Feminino	3000	34	8000	9
19 -50 anos	Masculino	2500	40	10000	11
	Feminino	2500	40	10000	11
Mais de 51 anos	Masculino	2000	40	10000	11
	Feminino	2000	40	10000	11

Fonte: National Academy of Sciences (2001; 2002/2005; 2011)

*Não determinável devido à falta de dados de efeitos adversos do excesso do nutriente nessa faixa de idade