

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

FACULDADE DE NUTRIÇÃO

MESTRADO EM NUTRIÇÃO

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DIETÉTICA DE FERRO E DA
CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA EM MULHERES ADULTAS NA IDADE
REPRODUTIVA E EM VULNERABILIDADE SOCIAL, DE MACEIÓ-AL**

THAYS LANE FERREIRA DOS SANTOS

MACEIÓ

2022

THAYS LANE FERREIRA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DIETÉTICA DE FERRO E DA
CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA EM MULHERES ADULTAS NA IDADE
REPRODUTIVA E EM VULNERABILIDADE SOCIAL, DE MACEIÓ-AL**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas, como requisito à conclusão do Curso de Mestrado em Nutrição Humana e obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Terezinha da Rocha Ataíde

Faculdade de Nutrição

Universidade Federal de Alagoas

MACEIÓ

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S237a Santos, Thays Lane Ferreira dos.
Avaliação da disponibilidade dietética de ferro e da concentração de hemoglobina em mulheres adultas na idade reprodutiva e em vulnerabilidade social, de Maceió-AL / Thays Lane Ferreira dos Santos. – Maceió, 2022.
53 f. : il.

Orientadora: Terezinha da Rocha Ataíde.
Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 47-53.

1. Ferro da dieta. 2. Anemia ferropriva. 3. Ingestão de alimentos. I. Título.

CDU: 612.392.4

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me sustentado durante esses árduos anos, mantendo a minha fé firme em meio a todo caos da pandemia para que eu tivesse a sanidade necessária para não desistir e concluir essa importante etapa da minha jornada acadêmica.

Aos meus pais, Elivania e Edmar, por todo suporte, confiança, amor e cuidado em todas as etapas da minha vida. Orgulhar vocês é o que me motiva a buscar sempre mais.

À minha avó, Cicera, seu zelo e cuidado tornaram a correria dos dias de aulas e coletas mais leves e fáceis, sem o seu amor eu não seria um terço do que sou. À toda família por credibilidade e apoio.

Ao Neto, presente de Deus que o mestrado trouxe para a minha vida, além de ser o cabeça desse projeto enorme e lindo e ter compartilhado comigo esse sonho, foi e tem sido um grande mentor, me ensinando, estimulando e alertando. Saiba que não abro mão de você e que essa amizade não acaba aqui.

À minha orientadora, Professora Terezinha, por todo suporte e compreensão. Espero encontrá-la em breve para enfim conhecê-la pessoalmente. Suas contribuições foram de grande valia para o resultado final.

A todos os meus amigos, especialmente à Jéssica, que divide comigo o sonho e o fardo do mestrado e me acalma em meio aos surtos me trazendo de volta à realidade. Ao Felipe e à Bruna, por tornarem os dias mais leves. À Dara, Emanuely e Ísis por sempre me incentivarem. À Grazielly e Bruno por acreditarem na minha aprovação. À Janayna, presente da minha turma do mestrado que viveu de perto comigo tristezas e alegrias e fomos apoio uma da outra em diversos momentos. À Vanessa, amiga da graduação, que participou comigo do processo seletivo e levou um dicionário a mais na prova de proficiência quando eu tinha esquecido o meu. Ao Eduardo e Layra, com quem sempre troquei fichinhas sobre os planos futuros e sempre reforçaram o quanto viam potencial em mim. E a todos os outros amigos queridos que sei que torcem pelo meu sucesso e me acompanham durante a vida.

Ao meu grupo de pesquisa, AMBNUT, sem a contribuição de vocês não chegaríamos aqui, sinto muita saudade de partilhar com vocês as aventuras, perrengues e alegrias das nossas coletas.

À coordenação do programa e ao colegiado por sempre compreenderem as demandas solicitadas. Tal como a Amanda por desempenhar de forma ímpar seu papel atuando sempre de forma ágil e resolutiva.

À minha estimada banca de defesa, composta pelos Professores Nassib e Eduardo, por terem aceito o convite mais uma vez. Saibam que são grandes referências, obrigada por contribuírem desde a qualificação para a melhoria deste trabalho.

RESUMO

O ferro é um nutriente essencial para a saúde humana, pois participa de diversos processos metabólicos. A deficiência deste mineral, quando não tratada, pode evoluir para uma anemia por deficiência de ferro. As mulheres em idade reprodutiva compõem um dos grupos populacionais mais susceptíveis a desenvolver a carência deste mineral, devido à necessidade aumentada, decorrente das perdas sanguíneas ocorridas no período menstrual. A disponibilidade de ferro (DiFe) se destaca como um fator contribuinte para a deficiência do mineral, tal como a alimentação, a presença de fatores inibidores da sua absorção, e a qualidade da dieta consumida. Assim, percebendo a importância do consumo adequado de ferro, e identificando os fatores interferentes na sua disponibilidade, o objetivo deste estudo é determinar se existe associação entre a concentração de hemoglobina (CH) e a DiFe dietética de mulheres adultas em idade reprodutiva, que residem em aglomerados subnormais do município de Maceió - AL. A presente dissertação foi dividida entre: revisão da literatura, que busca esclarecer as necessidades de ferro dietético nos diferentes ciclos da vida, tal como os métodos disponíveis para avaliação da sua disponibilidade e os fatores que podem interferir nesta variável. E um artigo de resultados no qual é descrita a associação entre a CH e a DiFe. O estudo teve delineamento transversal com desenho amostral probabilístico e do tipo conglomerado executado em três estágios de forma aleatória simples. Variável resposta (CH - coleta sanguínea com Hemocue) e variável preditora (DiFe dietética - algoritmo de Monsen e Balintfy). Para análise estatística utilizou-se regressão logística e análise multivariável orientada por DAG. Foram avaliadas 543 mulheres, das quais 505 tiveram os dados analisados. Os resultados apontam que as mulheres que consumiam uma DiFe dietética mais alta, quando comparadas com as de consumo mais baixo, apresentavam uma maior probabilidade de apresentar uma CH maior (OR: 1.67; IC95%: 1.08, 2.59) tal como as usuárias de anticoncepcional (OR: 1.67; IC95%: 1.10, 2.55). Entretanto, estar nas situações de insegurança alimentar leve (OR: 0.60; IC95%: 0.37, 0.96) ou grave (OR: 0.37; IC95%: 0.18, 0.76) apresentavam menor probabilidade de CH adequada. Sendo assim, é possível inferir que existe associação entre a DiFe e CH e que o uso de anticoncepcional e nível de insegurança alimentar são fatores contribuintes na determinação da CH. Dessa forma, destaca-se a pertinência da alimentação como forma de prevenir deficiências nutricionais prevalentes como a ADF, sendo necessária a intervenção governamental na implementação de políticas públicas que combatam essa carência nutricional e garantam o acesso a alimentação adequada.

Palavras-chave: Ferro na dieta, anemia ferropriva, consumo alimentar.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	6
2	CAPÍTULO DE REVISÃO.....	10
2.1	NECESSIDADES DE FERRO NAS DIFERENTES FASES DA VIDA.....	11
2.2	DISPONIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DO FERRO.....	16
2.3	ALGORITMOS PARA ESTIMAR A DISPONIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DO FERRO DIETÉTICO.....	19
2.4	CONCLUSÃO.....	23
3	ARTIGO DE RESULTADOS.....	25
	INTRODUÇÃO.....	28
	MÉTODOS.....	29
	RESULTADOS.....	35
	DISCUSSÃO.....	35
	REFERÊNCIAS.....	39
	TABELAS.....	43
	FIGURAS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO GERAL

A anemia continua sendo um problema de saúde pública em diversos países do mundo com prevalência que varia de 6,1 a 69,9 %. No entanto, esta condição pode apresentar diversas etiologias sendo consideradas as causas biológicas como deficiências nutricionais que é o caso do ferro e outras formas de desnutrição, crescimento, estado fisiológico, sexo, idade e raça; relacionadas a infecções e inflamações transmitidas pelo solo, infecções por helmintos, esquistossomose, malária, HIV, tuberculose, inflamação de baixo grau ; distúrbios genéticos da hemoglobina; e determinantes sociais, comportamentais e ambientais (WHO, 2020)

A anemia por deficiência de ferro, também chamada de anemia ferropriva (AF) é uma das mais prevalentes tratando-se de deficiências nutricionais. Destaca-se que o ferro é um mineral essencial à saúde humana, pois se encontra envolvido em uma série de processos metabólicos, tornando-se ainda mais relevante na dieta para algumas faixas populacionais, como as mulheres em idade reprodutiva, devido às altas necessidades fisiológicas inerentes a este grupo populacional. A deficiência de ferro, quando não tratada, pode evoluir para AF (WHO, 2008).

Tratando-se da AF as mulheres em idade reprodutiva estão entre os grupos populacionais mais susceptíveis ao desenvolvimento da carência de ferro devido à necessidade aumentada deste mineral, decorrente das perdas originadas no período menstrual (BEZERRA et al., 2018). Segundo dados da OMS dados da OMS, em média, no mundo, a AF possui uma prevalência de 37,0% entre mulheres na idade reprodutiva. Esta situação pode ser agravada quando as mesmas vivem em situação de vulnerabilidade social, pois a sua alimentação, a priori, é pouco variada e apresenta baixa qualidade nutricional (ROCHA et al., 2020; WHO, 2020).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization - FAO quase uma em cada três (29,9%) mulheres em idade reprodutiva em todo o mundo ainda foram afetadas pela anemia em 2019, e nenhum progresso foi feito desde 2012. (FAO et al., 2021). Quando observada a situação do Brasil, a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) estima que a prevalência de anemia no país em mulheres não grávidas e em mulheres em idade reprodutiva equivale, respectivamente, a 16,0% e 16,5%, sendo considerado um problema relevante de saúde pública.

A Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Mulher e da Criança (PNDS), realizada no Brasil em 2006, apontou que a prevalência da anemia em mulheres adultas em idade reprodutiva era 29,4%, sendo a região nordeste com os maiores índices (39,1%), demonstrando ser um problema de saúde pública que merece atenção. De maneira semelhante a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) identificou uma prevalência de anemia de 13,8% e 15,7% entre as

mulheres adultas com baixa escolaridade e na região Nordeste, respectivamente (BRASIL, 2009; MACHADO et al., 2019).

Tais dados são relevantes, pois a presença de anemia em mulheres não grávidas impacta na sua qualidade de vida, estado nutricional e produtividade, levando à redução na capacidade de trabalho, maior fadiga e irritabilidade. Além disso, mulheres com anemia quando engravidam podem apresentar inúmeras complicações ao longo da gestação, como redução da resistência a infecções, aumento das taxas de hemorragias antes e no pós-parto, de ocorrência de parto pré-termo e de elevação do risco de mortalidade materna, além de ser um fator de risco para inúmeros problemas no desenvolvimento fetal, a exemplo de danos permanentes ao cérebro, que afetam de forma negativa a inteligência, as habilidades cognitivas e comportamentais, os quais surgem durante a infância e perduram na idade adulta (MONTENEGRO; SANTOS; REZENDE-FILHO, 2015; BEZERRA et al., 2018).

O desenvolvimento da AF é acelerado quando a alimentação do indivíduo apresenta baixa variabilidade e qualidade, influenciando na quantidade, e disponibilidade do ferro (DiFe) dietético, situação que, quando somada a outros fatores, como parasitose intestinal e doenças entéricas, aumenta o seu risco (NUNES, 2018; MORAES et al., 2019).

É importante destacar que a DiFe encontra-se atrelada às características da dieta, considerando a presença de ferro na mesma, a forma como o mineral está presente nos alimentos, ferro heme (FH) ou não heme (FNH), e os fatores estimuladores e inibidores da sua absorção somada as características do indivíduo, como o status de ferro, integridade do trato gastrointestinal, presença de parasitoses intestinais, ocorrência de algum tipo de inflação, dentre outras situações que podem determinar o nível de absorção desse mineral (LOPÉZ; MARTOS, 2004).

Nesse contexto, para a avaliação da DiFe, é importante levar em consideração a forma como o ferro está presente nos alimentos. A forma com maior biodisponibilidade é o FH, encontrado em alimentos de origem animal, sendo mais facilmente absorvido pela mucosa intestinal; a outra forma é o FNH, encontrado em alimentos de origem vegetal, que apresentam menor biodisponibilidade. Vale destacar que existem fatores que estão presentes nos alimentos que podem potencializar ou inibir a DiFe, principalmente do FNH, sendo necessária a avaliação da presença destes agentes no momento do planejamento dietético (SATO et al., 2010).

Baptista (2019) aponta a importância da alimentação na prevenção da AF, demonstrando que, a longo prazo, o baixo consumo de alimentos fonte de FH e FNH e de agentes que atuam para potencializar a absorção de ferro pode levar ao desenvolvimento da deficiência desse mineral. Na mesma direção, Andrade et al. (2020) investigaram o padrão de

consumo alimentar de mulheres na região nordeste do Brasil, identificando que os fatores sociodemográficos podem interferir fortemente no padrão alimentar desta população. Uma vez que se percebeu que escolaridade, renda familiar e o nível de hemoglobina sérica apresentaram associação inversa com o consumo maior de alimentos do Padrão Alimentar II ou Comum Típico Brasileiro que abrangem feijão, macarrão, pães cuscuz, ovos, maioneses e margarinas, café e suco artificial.

Desta forma, nota-se a pertinência de avaliar a qualidade da alimentação da população mais pobre, principalmente dos grupos que estão mais propensos a desenvolver deficiências nutricionais, principalmente a de ferro, com intuito de ajustar as estratégias nutricionais existentes, adequando-as à realidade encontrada (SOUZA et al., 2018). No Brasil, algumas políticas e programas já foram implementados para a prevenção e o tratamento da AF, como é o caso do programa de fortificação de alimentos com ferro e ácido fólico e a suplementação profilática com sulfato ferroso. Entretanto, a prevalência de AF continua elevada, principalmente na população de mais baixa renda, demonstrando pouca efetividade destas estratégias existentes, sendo percebida a necessidade de readequação das mesmas (CLEMENTE, 2019).

Diante do exposto, percebe-se a necessidade de avaliação mais minuciosa da realidade da alimentação dos grupos populacionais mais expostos à carência de ferro, como é o caso das mulheres em idade reprodutiva, dando destaque às que vivem em situação de vulnerabilidade social, avaliando, principalmente, a DiFe, visto a sua maior viabilidade em estudos populacionais, devido ao custo reduzido da sua operacionalização. Avaliações deste tipo servem como uma importante ferramenta para auxiliar de forma mais eficiente tanto a implantação de novas estratégias, quanto o aperfeiçoamento das que já foram implementadas.

2 CAPÍTULO DE REVISÃO

SANTOS, T. L. F; SILVA-NETO, L. G. R.; ATAIDE, T. R. Necessidades nas diferentes fases do ciclo da vida e formas de avaliação da disponibilidade e biodisponibilidade de ferro dietético.

2.1 NECESSIDADES DE FERRO NAS DIFERENTES FASES DA VIDA

O ferro é um micronutriente essencial para o organismo, pois participa de diversos mecanismos fisiológicos que são vitais para a produção de energia e a homeostase celular, atuando na formação da molécula heme, essencial para que ocorra o transporte de oxigênio, e de diversas proteínas. No corpo humano, o ferro está distribuído em diferentes compartimentos, caracterizando sua função metabólica. Cerca de 50% deste mineral pode ser encontrado na hemoglobina, e a outra metade pode estar associada a outras proteínas, como a mioglobina muscular e ligada à sua proteína de armazenamento, a ferritina. (ABU-OUF; JAN, 2015; ARAÚJO, 2017; GROTTTO, 2010).

Quando as reservas nutricionais deste mineral começam a se esgotar, surge, primeiramente, a deficiência de ferro (DF), principalmente devido ao desequilíbrio entre a ingestão e as demandas de ferro do organismo. Quando a DF persiste, o indivíduo pode desenvolver um quadro de anemia ferropriva (AF) (BORTOLINI; FISBERG, 2010). De acordo com o Institute of Medicine (2001), diariamente é necessária a ingestão adequada de ferro, que varia de acordo com a faixa etária e sexo do indivíduo, com intuito de repor as perdas diárias deste mineral, evitando, assim, o desenvolvimento da DF ou AF (IOM, 2001).

No que se refere à obtenção de ferro pelo organismo, existem duas vias, a partir da dieta e da reciclagem de hemácias senescentes (hemácias que já cumpriram sua meia vida, equivalente a 120 dias, sendo as mesmas fagocitadas para que ocorra a liberação do ferro intracelular). No que se refere à dieta, a ingestão alimentar básica convencional pode ofertar de 13 a 18 mg de ferro diariamente, contudo, destes, apenas 1 a 2 mg são absorvíveis. Entretanto, através da reciclagem das hemácias senescentes podem ser obtidos cerca de 22 mg de ferro diariamente. O ferro reciclado é suficiente para atender à necessidade diária de ferro para eritropoiese, apesar disso a reciclagem não deve ser a única via utilizada pelo organismo, pois mesmo numa proporção menor a dieta é extremamente importante para a aquisição de ferro, devido às perdas que ocorrem frequentemente (GROTTTO, 2008).

No geral, indivíduos adultos apresentam cerca de 3 a 5 g de ferro corporal, sendo que aproximadamente 70% deste total, seja ele proveniente da dieta ou da reciclagem das hemácias senescentes, é captado pela medula óssea para ser utilizado na produção de hemoglobina. Os 30% restantes são distribuídos no organismo, em torno de 300 mg são direcionados aos músculos para a formação de mioglobina, para estoque de oxigênio, até 1000 mg são armazenados na forma de ferritina no fígado, enquanto cerca de 8 mg são encaminhados para outros tecidos (NUNES, 2018).

Segundo Rodrigues e Jorge (2010), quando a quantidade de ferro necessária diária não é obtida, a eritropoiese não ocorre adequadamente. Para que a eritropoiese aconteça de forma adequada, estima-se que a quantidade de ferro necessária pelo organismo para a eritropoiese seja em torno de 20 mg/dia o que corresponderia a 6g de hemoglobina e 20 ml de sangue (MUCKENTHALER et al., 2017)

Se a aquisição for inferior a 70% deste valor, inicia-se a depleção das reservas. Se esta situação perdurar por muito tempo, em cerca de quatro meses a eritropoiese passa a ser deficitária, o que acarreta queda de 1,0 g/dL nos valores de hemoglobina, posteriormente há um declínio concomitante do número de hemácias, da hemoglobina corpuscular média (HCM) e volume corpuscular médio (VCM) (RODRIGUES; JORGE, 2010; GROTO, 2010).

Para a manutenção da quantidade de ferro que o corpo necessita, existem recomendações de ingestão diária de ferro específicas para cada fase da vida, que consideram não apenas a reposição dos estoques de ferro decorrentes das perdas diárias, mas também os requerimentos adicionais, considerando a reposição de perdas como parte dos requerimentos deste mineral, e o limite de absorção, que varia de acordo com as duas formas de ferro presentes nos alimentos (FUQUA; VULPE; ANDERSON, 2012).

Destaca-se que as recomendações de ingestão de ferro preconizadas pelo IOM consideram como limite máximo de absorção diário de ferro para dietas onívoras de adultos e crianças > 12 meses cerca de 18% da EAR o que totaliza menos de 2g absorvidos diariamente ainda que as recomendações sejam seguidas (IOM, 2002).

Tendo em vista a importância do ferro nos processos fisiológicos, percebe-se a necessidade deste mineral em todas as fases do ciclo da vida. Ainda na gestação, durante o último trimestre, ocorre uma maior transferência de nutrientes da gestante para o feto em relação ao início da gestação, com uma maior demanda de ferro, e por isso este período é considerado um dos mais importante do período gestacional, momento em que a incorporação do mineral pelo feto é proporcional ao seu peso corporal, ou seja, quanto maior o feto, maior a quantidade de ferro incorporada. Por isso, crianças prematuras tendem a obter menos ferro em comparação ao recém-nascido a termo e de peso adequado para a idade gestacional (CHOPARD; MAGALHÃES; BRUNIERA, 2010).

Além disso, bebês prematuros apresentam alto risco de desequilíbrio de ferro, pois após o nascimento, os estoques deste mineral no prematuro são utilizados de maneira rápida nas primeiras semanas de vida. Este declínio dos estoques está relacionado às perdas sanguíneas no período perinatal, seja por conta da espoliação para coleta de exames laboratoriais, ou por conta do aumento da produção de eritrócitos. Adicionalmente, nesta fase da vida o transporte

intestinal de ferro não responde ao status do mineral no organismo; este método de regulação é desenvolvido posteriormente durante a infância (CHOPARD; MAGALHÃES; BRUNIERA, 2010; WANG et al., 2019). Desta forma, é fundamental avaliar os indicadores clínicos específicos da idade gestacional para acompanhar o estado nutricional em ferro, com intuito de prevenir possíveis danos na formação cerebral do feto, sendo necessária a realização de exames neurocomportamentais que refletem a função cerebral específica do ferro (WANG et al., 2019).

No período inicial da vida, de 0 a 6 meses, é recomendado o aleitamento materno exclusivo, por conta disso, a demanda de ferro e de outros micronutrientes são atendidas, de forma quase predominante pelo leite materno. Por conta da variação existente na quantidade de ferro no leite materno, que vai refletir o estado nutricional deste mineral da lactante, e ainda do quanto será consumido pelo lactente, não existe para esta faixa etária uma recomendação baseada na necessidade média estimada (EAR) ou ingestão diária recomendada (RDA) para nutrientes. No entanto, estima-se que o leite materno apresenta um teor de aproximadamente 0,3 mg/L, o que seria suficiente, considerando as diretrizes do Instituto de Medicina dos Estados Unidos (IOM), pois nessa fase da vida a Ingestão Adequada (AI) preconizada é de 0,27 mg de ferro/dia (DOMELÖFF et al., 2014; IOM, 2001).

No que se refere às crianças de 7 a 12 meses, período em que ocorre a introdução alimentar, a recomendação é de 11 mg de ferro/dia. Esta recomendação baseia-se nas necessidades do organismo, devido ao aumento do volume eritrocitário, do ferro nos tecidos e do armazenamento de ferro para a formação de reservas mais robustas (DOMELÖFF et al., 2014; IOM, 2001). Já para as crianças com idade entre 1 e 3 anos, a recomendação de ingestão diminui para 7 mg de ferro/dia, e volta a aumentar para 10 mg de ferro/dia quando a idade passa para 4 a 8 anos. Essa variabilidade é decorrente da diminuição de velocidade do crescimento corporal (DOMELÖFF et al., 2014; IOM, 2001). Adicionalmente, destaca-se a necessidade da realização da suplementação de 1 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando aos 180 dias de vida até o 24º mês de vida (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2021). É importante salientar que na primeira infância o acometimento por AF pode impactar negativamente no desenvolvimento psicomotor e cognitivo das crianças, bem como no rendimento intelectual (BRAGA; VITALE, 2010; CERAMI, 2017).

Para meninos e meninas de 9 a 13 anos recomenda-se uma ingestão diária de 8 mg de ferro. Já para adolescentes, de 14 a 18 anos, preconizam-se 15 e 11 mg de ferro/dia, para o sexo feminino e masculino, respectivamente. Novos fatores são considerados para estimar o requerimento nessa faixa etária, devido à puberdade que aumenta as necessidades de ferro em ambos os sexos, em especial no feminino, por conta do início da menstruação, e ao aumento na

concentração de hemoglobina no sexo masculino, além do crescimento físico evidenciado em ambos os sexos (IOM, 2001).

Na fase adulta, percebe-se uma diferença nas necessidades de ferro de acordo com o sexo, notando-se que as mulheres apresentam um aumento considerável, em contraposição à diminuição nos homens. O requerimento de ferro para homens de 19 anos ou mais é de 8 mg/dia, já para as mulheres de 19 a 50 anos é de 18 mg/dia, sendo esta recomendação diminuída para 8 mg/dia a partir dos 51 anos. Essa diferença, no que diz respeito às recomendações para as mulheres, é explicada pelas perdas menstruais que ocorrem mensalmente, levando a uma maior perda de ferro, e conseqüentemente a um maior requerimento, sendo esta situação extinta, como indicado anteriormente, quando se inicia a menopausa (IOM, 2001).

Vale ressaltar que o uso de anticoncepcional oral pelas mulheres é um fator que contribui para menores perdas sanguíneas, aproximadamente 60% a menos do que mulheres não usuárias deste método contraceptivo. Assim, há um ajuste nas recomendações de ferro para as adolescentes e mulheres adultas em idade fértil, que compreende o período de 19 a 50 anos, que fazem uso de anticoncepcional, sendo, respectivamente, de 11,4 mg/dia e 10,9 mg/dia (IOM, 2001).

O ferro também é particularmente importante na gravidez e na infância para atender às altas demandas de hematopoiese, crescimento e desenvolvimento embrionário (BRANNON; TAYLOR, 2017). Durante a gravidez, a mulher sofre depleção em seus estoques de ferro para fornecer ao feto quantidades adequadas. Nesta fase, o feto dependente inteiramente da mãe para obter suas necessidades nutricionais. Todo o ferro ofertado ao feto é proveniente dos estoques maternos, que são originários da absorção do ferro da dieta, da reciclagem dos eritrócitos senescentes e da utilização de suplementação de ferro. Estima-se que durante toda a gestação o organismo da mulher mobilize em torno de 300 mg de ferro advindos das reservas do fígado; essa é uma consideração significativa uma vez que se pressupõe que apenas 20% das mulheres têm reserva de ferro adequada, e que até 40% das mesmas em todo o mundo não possuem estoques de ferro adequados, ou seja, estão em situação de insuficiência, seja com DF ou AF (MC ARDLE; GAMBLING; KENNEDY, 2014; GRZESZCZAK; KWIATKOWSKI; KOSIK-BOGACKA, 2020)

Na determinação das demandas de ferro na gestação consideram-se, além das perdas basais, o ferro repassado ao feto e a formação de tecidos associados a esta fase da vida, além do aumento do ferro usado para a expansão da massa de hemoglobina. Sendo assim, a recomendação é de 27 mg de ferro/dia e estima-se que o limite máximo de absorção do ferro seja de 25% no segundo e terceiro trimestres, pois com o status de ferro mais baixo a absorção

consegue ser otimizada. Vale ressaltar que durante todo o período gestacional deve ser administrada diariamente suplementação profilática de sulfato ferroso, numa dose de 40 mg de ferro elementar. Contudo, a suplementação não substitui a alimentação com teor adequado desse nutriente (IOM, 2001; NUNES, 2018; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Assim como na gravidez, o período da lactação também resulta em uma maior demanda de ferro, portanto, atenção especial deve ser dada à manutenção de adequado estado nutricional para a prevenção da DF. Como forma de prevenir, deve-se rotineiramente utilizar suplementação de doses profiláticas de ferro, a fim de evitar o esgotamento das reservas deste mineral (RODRIGUES; JORGE, 2010). Recomenda-se suplementação profilática de sulfato ferroso na mesma dosagem do período gestacional, 40 mg de ferro elementar de forma diária, até o terceiro mês pós-parto, ainda que por algum motivo as lactantes sejam impossibilitadas de amamentar (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013). Na lactação ocorre liberação de uma pequena quantidade de ferro pelo leite; entretanto, para conseguir manter o tempo de aleitamento materno exclusivo preconizado o ferro necessário é equivalente a aproximadamente 14% do estoque materno corporal e corresponde à metade do que se perde normalmente na menstruação. Assim, a necessidade de ferro durante a lactação é reduzida em 50%, enquanto a mulher está em amenorreia (0,1 mg a 0,3 mg de ferro adicional por dia, compensada pela ausência de menstruação). Contudo, quando a menstruação retorna, deve-se atentar para que não aconteça diminuição drástica das reservas corporais de ferro maternas e para ingestão adequada de ferro (RODRIGUES; JORGE, 2010).

O requerimento de ferro durante a lactação é de 10 mg/dia para mulheres de 14 a 18 anos, e de 9 mg/dia para mulheres com 19 anos ou mais, considerando um limiar de absorção de 18%. A recomendação considera o retorno da menstruação, a quantidade de ferro liberado no leite materno e as perdas basais considerando, ainda, o ferro necessário para o depósito nos tecidos e para o aumento na massa da hemoglobina. (IOM, 2001)

Durante o processo de envelhecimento, o metabolismo do ferro é alterado, mesmo que as necessidades fisiológicas não difiram entre adultos e idosos. No que se refere à deficiência de ferro nessa faixa etária, raramente ocorre por origem alimentar, majoritariamente se desenvolve devido à má absorção e ao aumento das perdas sanguíneas resultante de doenças associadas, como doenças inflamatórias do trato gastrointestinal, uso de medicações anti-inflamatórias, infecções ou câncer no cólon e reto, além do uso prolongado de medicamentos que inibem a bomba de prótons. Mesmo que raramente, a desnutrição também pode ser um fator que contribui para o surgimento da anemia, sendo necessário avaliar o estado nutricional

do idoso por completo, para implementar um tratamento mais eficiente (MENDONÇA et al., 2018).

Diante do exposto, pode-se observar que ao longo da vida a necessidade de ferro varia de acordo com a faixa etária, sexo, necessidades específicas de desenvolvimento e situação fisiológica, o que culmina em respectivas alterações nas recomendações de ingestão desse micronutriente. Destaca-se que, mesmo ocorrendo a suplementação, a ingestão dietética adequada é primordial para a manutenção do estado nutricional em ferro, sendo de extrema importância segui-las como forma de prevenção da DF e AF.

2.2 DISPONIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DO FERRO

Apesar de serem constantemente confundidos, é preciso esclarecer a diferença entre os termos disponibilidade de ferro (DiFe) e biodisponibilidade de ferro (BioFe). Ambos se referem à absorção de ferro e se distinguem, exclusivamente, na metodologia empregada para quantificar o ferro absorvível. A BioFe é um produto de 3 passos: 1) digestibilidade intestinal do ferro; 2) absorção e entrega do ferro à circulação; e 3) incorporação do ferro a uma função. A avaliação de uma ou mais dessas etapas é uma alusão à BioFe. Na prática, esta definição varia de método para método a depender da capacidade de quantificarem a utilização ou o potencial de utilização do mineral no metabolismo (WIENK; MARX; BEYNEN, 1999; LYNCH, 2005).

Vale ressaltar que existem fatores que podem interferir neste parâmetro, podendo ser de forma negativa ou positiva, levando à inibição ou à potencialização da sua absorção, respectivamente, o que impactaria na diminuição ou no aumento dos parâmetros bioquímicos dependentes deste mineral. De forma geral, é possível inferir que a BioFe é uma variável que se encontra ligada diretamente à qualidade da dieta e às características do indivíduo, levando em consideração a eficiência com que o nutriente pode ser absorvido e, conseqüentemente, utilizado pelo organismo (MONSEN, 1988; WIENK; MARX; BEYNEN, 1999; HUNT, 2010).

No que diz respeito à alimentação, o ferro está presente de duas formas: heme, incorporado ao grupamento heme, e não heme, presente em fontes alimentares de origem animal, e em alimentos de origem animal e vegetal, respectivamente. Quanto ao estado de oxidação, o ferro alimentar se apresenta na forma ferrosa, reduzida, ou férrica, oxidada, sendo o primeiro absorvido de maneira mais facilitada, e o segundo necessitando ser reduzido para a forma ferrosa. Já quando incorporado ao grupamento heme esta molécula adentra o enterócito intacta para degradação posterior e liberação do ferro. Sendo assim, a forma heme é absorvida

em um intervalo que varia de 15 a 35% do que é consumido, e a não heme entre 2 a 20%, em média (NETO; VASCONCELOS, 2021).

Embora seja a forma de ferro com menor absorção, o ferro não heme é o mais abundante nas fontes alimentares, e o que mais sofre interferências em decorrência da composição alimentar. Os componentes dietéticos que interferem na disponibilidade de ferro podem ser nomeados como fatores inibidores ou estimuladores, sendo necessário o monitoramento dos mesmos no momento em que é realizado o planejamento alimentar, de acordo com o objetivo que é traçado para o indivíduo ou o grupo (TSENG et al., 1997).

No que se refere aos fatores inibidores, destacam-se como os mais abundantes nos alimentos, e que provocam maior prejuízo na DiFe, os taninos, cientificamente chamados de polifenóis, os fitatos (ácido fítico) e o cálcio, justamente por isso são os mais estudados. Assim, há evidências mais robustas acerca de seus mecanismos de ação inibitória sobre a absorção de ferro. Além disso, ressalta-se a presença desses compostos em alimentos que naturalmente também contêm ferro na forma não heme, o que pode comprometer ainda mais a absorção do mineral em questão (MILMAN, 2020).

Os polifenóis estão presentes em bebidas como chá e café e podem inibir a absorção de ferro não heme, devido à formação de complexos não absorvíveis no lúmen intestinal. O café, que contém maior quantidade de polifenóis, é uma das bebidas de maior consumo no Brasil, inclusive como acompanhamento de refeições fonte de ferro; sendo assim, o seu consumo pode comprometer a disponibilidade de ferro de uma refeição se tomado concomitantemente com fontes de ferro não heme. Além disso, os polifenóis estão presentes em alimentos de origem vegetal, que também possuem ferro em sua composição, como espinafre, soja e nozes (DISLER et al., 1975; MIRANDA, 2017; ZIJP et al., 2000).

Tais como os polifenóis, os fitatos são potentes inibidores da absorção de ferro não heme, atuando como um agente quelante. Esse componente é encontrado de forma predominante em produtos à base de cereais e leguminosas que são importantes fontes de ferro, como feijões, lentilha, soja e tofu. Sua ação inibitória ocorre no ambiente ácido estomacal, no qual o ácido fítico liga-se aos íons ferro, formando complexos estáveis e insolúveis. No intestino delgado, estes complexos se precipitam devido ao aumento do pH durante a passagem do estômago para o intestino, reduzindo a biodisponibilidade de diversos minerais, em especial do ferro (HALLBERG; BRUNE; ROSSANDER, 1989; GIBSON; RABOY; KING, 2018).

Já o cálcio, encontrado no leite e derivados como queijos, iogurtes e até mesmo em vegetais como espinafre, brócolis e couve, é o nutriente que possui efeito inibitório tanto sobre o ferro heme como o não heme, possivelmente por afetar o equilíbrio entre os ligantes

intraluminais, influenciando no tempo de trânsito gastrointestinal e diminuindo a captação de ferro pela competição do seu receptor, além de interferir na transferência de ferro através da mucosa (ABIOYE et al., 2021). Hallberg et al. (1992) perceberam que, dependendo da quantidade consumida, o cálcio também exerce um efeito inibidor direto relacionado à absorção de ferro, sendo a mesma reduzida entre 50-60% com doses de 300-600 mg de cálcio; além disso, os autores alegaram que seu efeito inibitório na absorção de ferro está situado, especialmente, nas células da mucosa intestinal. Estudos de absorção de curto prazo mostraram que o cálcio dietético e doses suplementares de cloreto de cálcio, ou carbonato de cálcio, inibiram a absorção de ferro nas refeições, quando esses nutrientes são consumidos concomitantemente. Entretanto, a longo prazo, não se percebe alterações significativas na absorção, sendo possível inferir que o cálcio pode não apresentar um importante prejuízo na absorção de ferro em dietas regulares (HALLBERG et al., 1991; HALLBERG et al., 1992; BENDICH, 2001; ABIOYE et al., 2021).

Como citado anteriormente, também existem na alimentação fatores que são estimuladores da absorção do ferro, que, por sua vez, parecem cumprir seu papel ainda que existam fatores inibidores presentes na mesma refeição. Nesse sentido, destacam-se a vitamina C (ácido ascórbico) e os tecidos de origem animal, carnes, peixes e aves (MILMAN, 2020).

O ácido ascórbico (AA), encontrado principalmente em frutas cítricas como laranja, limão e abacaxi, contém propriedades redutoras e quelantes e, por isso, é o intensificador mais eficiente da absorção de ferro não heme. A promoção da absorção de ferro na presença de AA é mais pronunciada em refeições contendo inibidores da absorção de ferro. O efeito observado no aumento da absorção de ferro decorrente da presença do AA é mais potente do que o de outros ácidos orgânicos, por conta da sua maior capacidade de reduzir o ferro férrico a ferroso. O AA facilita a absorção de ferro formando um quelato com ferro férrico em pH ácido, que permanece solúvel no pH alcalino do duodeno. Este pode ser um potente aliado das refeições que possuem fontes de ferro não heme, pois o seu consumo vai contribuir para o aumento da DiFe de refeições ou dietas de indivíduos e populações (TEUCHER; OLIVARES; CORI, 2004; LYNCH, COOK, 1980).

Tal como o AA, o consumo de carne, peixes e aves pode aumentar a biodisponibilidade do ferro não heme (REDDY; HURRELL; COOK, 2006). A carne aumenta a absorção de ferro não heme de uma refeição que contém carne e vegetais. Consoante a isso, o tecido animal demonstrou ter um efeito mais forte na absorção de ferro não heme, medida em refeições únicas, em comparação com outros fatores dietéticos. O mecanismo de ação para esta situação é explicado pela facilitação da absorção de ferro não heme em virtude de peptídeos que contêm

cisteína, como a glutatona, na qual a cisteína atua formando um quelato solúvel com o ferro não heme (REDDY; HURRELL; COOK, 2006; WU et al., 2020).

Diante do que foi discutido, percebe-se a necessidade de ser adotada uma alimentação com a maior variedade possível de alimentos, com intuito de otimizar a DiFe e a BioFe. Entretanto percebe-se que, de forma geral, a insegurança alimentar persistente em populações mais vulneráveis socialmente compromete o consumo adequado de ferro, e torna-se fator de risco para o desenvolvimento de AF (MORADI et al., 2018; GHOSE et al., 2016).

Neste sentido é necessário um suporte nutricional mais adequado tratando-se de ferro. Deve-se atentar especialmente para o consumo de ferro não-heme que pode sofrer um impacto significativo em sua absorção comprometendo a aquisição de ferro dos indivíduos em vulnerabilidade social, uma vez que possuem um acesso facilitado às fontes de ferro de origem vegetal devido a seu baixo custo e acessibilidade (BARCO LEME et al., 2021; SIQUEIRA et al., 2020). Em suma, é preciso contornar o efeito inibitório de algumas substâncias fazendo uso de estratégias alimentares adequadas que englobem alimentos com efeito estimulador da absorção do ferro dietético, principalmente o de origem vegetal.

2.3 ALGORITMOS PARA ESTIMAR A DISPONIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DO FERRO DIETÉTICO

Tendo em vista o papel do ferro no organismo e a relevância de seu consumo, somados ao persistente quadro de anemia que continua prevalente em todo o mundo, com o passar dos anos foram desenvolvidos algoritmos que estimam a DiFe total, parcial (heme, não heme) e também da BioFe. Estimando essas variáveis por meio do consumo apresentado por grupos ou populações, é possível avaliar a necessidade de criação de políticas públicas que viabilizem a melhoria da realidade encontrada, intervindo de maneira mais eficiente (SILVA NETO et al., 2018; REDDY, 2005).

Os diversos algoritmos disponíveis baseiam-se na análise do ferro dietético e dos nutrientes ou outras substâncias que afetam o seu aproveitamento, que, geralmente, fazem parte da composição natural do alimento, refeição ou dieta completa, que se refere à junção de todas as refeições de um dia ou de um período do dia. No entanto, vale salientar que os algoritmos disponíveis diferem entre si no que diz respeito aos fatores que influenciam de forma positiva ou negativa na DiFe ou BioFe (BEARD, 2007).

Adicionalmente, nota-se que alguns destes algoritmos contam, ainda, com a utilização de valores de parâmetros bioquímicos ligados ao status de ferro, seja por estimativa de um estoque mínimo, ou pela avaliação no momento do estudo por meio de coleta de sangue e

exames laboratoriais (MONSEN, 1978; MONSEN; BALINTFY, 1982; HALLBERG; HULTHEN, 2000; REDDY et al., 2000; RICKARD et al., 2009).

O primeiro algoritmo com foco na avaliação do ferro foi desenvolvido por Monsen et al. (1978); a partir dele é possível prever a quantidade de ferro total (heme e não heme) absorvível de refeições. Para isso, é considerada a presença de fatores estimuladores da absorção de ferro, tais como AA, carnes, peixes e aves (CPA) nas refeições. Além disso, esse modelo considera as reservas corporais de ferro, estabelecendo quatro pontos de corte, 0 mg, 250 mg, 500 mg e 1000 mg. Como forma de viabilizar a utilização deste algoritmo em estudos nos quais não estão disponíveis os valores das reservas de ferro, é recomendado pelos autores o uso de 500 mg para todos os indivíduos (MONSEN et al., 1978).

Posteriormente, Monsen e Balintfy (1982) propuseram um algoritmo com uma roupagem mais refinada baseado na proposta de Monsen et al. (1978). Este modelo considera as mesmas variáveis citadas anteriormente, porém se diferencia do anterior pelo fato de trazer adaptação dos níveis de absorção dependentes do teor de fatores estimuladores da refeição. Neste sentido, para refeições que não contém fatores estimuladores, estima-se uma biodisponibilidade de 3% do ferro não heme, e refeições com somatório de fatores estimuladores (AA em mg e CPA em g) de pelo menos 75 têm o percentual de absorção elevado para 8%. Para as refeições que apresentam somatório menor de 75 para os fatores estimuladores, o percentual de absorção é considerado de maneira proporcional (MONSEN; BALINTFY, 1982).

Já Hallberg e Hulthén (2000) propuseram um algoritmo de avaliação da absorção de ferro total baseado em refeição. Essa avaliação é dividida pelos tipos de ferro heme e não-heme, assumindo que o percentual de absorção do ferro não heme é modulado pela presença de diferentes fatores inibidores (fitatos, polifenóis, ácido tânico, cálcio, proteína da soja e ovo) e estimuladores (AA, carne e álcool), enquanto o percentual de absorção do ferro heme é modulado pelo cálcio. A absorção de ambos os tipos de ferro é ajustada neste algoritmo pelo valor de ferritina sérica. Ao final, a soma dos valores parciais de ferro absorvível determina o valor de ferro absorvível total (HALLBERG; HULTHÉN, 2000).

No mesmo ano da divulgação do algoritmo anteriormente citado, Reddy et al. (2000) propuseram um algoritmo para avaliação da absorção de ferro não heme baseado em refeição. Neste, são considerados tanto os fatores estimuladores (tecido animal e AA) como inibidor (ácido fítico), além da contribuição das reservas orgânicas do mineral em questão para a estimativa da biodisponibilidade do ferro não heme, por meio de ajuste da absorção normalizada por uma concentração de ferritina sérica de 30 µg/L (REDDY et al., 2000).

Posteriormente, Rickard et al. (2009) propuseram um modelo mais rebuscado, que engloba fatores estimuladores como AA e tecido animal, e fatores inibidores, como fitato, polifenóis do chá, cálcio e até mesmo o teor do próprio ferro não heme presente na refeição. O cálculo desse algoritmo é dividido em duas etapas; na primeira, obtêm-se o percentual de ferro não heme disponível, em seguida utiliza-se um percentual de absorção de 25% para o ferro heme, e a soma de ambos determina o valor de ferro disponível total da refeição (RICKARD et al., 2009).

Com o intuito de avaliar a absorção de ferro de dietas completas, sem a necessidade de separar as refeições, Collings et al. (2013), através de uma revisão sistemática, observaram que a abordagem de refeição única tende a superestimar o efeito dos fatores inibidores e estimuladores presentes na alimentação. Apesar disso, os autores confirmam o efeito de estimuladores conhecidos da absorção de ferro em dietas completas, mas alegam que o efeito dos inibidores é menos claro. Adicionalmente, os resultados desta revisão indicam que a absorção de ferro, mesmo sob condições de teste, pode variar muito entre os indivíduos e em dietas relativamente semelhantes, demonstrando certa limitação do método (COLLINGS et al., 2013).

Uma abordagem probabilística alternativa é sugerida por Dainty et al. (2014), que requer somente dados sobre a ingestão total de ferro e medições do status nutricional de ferro. Sendo assim, não existe a necessidade de coletar informações sobre fatores inibidores e intensificadores da dieta, uma vantagem operacional desta proposta, dada a dificuldade em obtê-los e a estimativa muitas vezes exagerada do efeito desses fatores dietéticos. Dessa forma, a abordagem preconiza a precisão da estimativa da distribuição das necessidades individuais de ferro, a precisão dos dados de ingestão alimentar e um balanço corporal estável de ferro, com o intuito de garantir confiabilidade os dados obtidos (DAINTY et al., 2014).

Visando observar a concordância ou não dos algoritmos disponíveis, Beard et al. (2007) avaliaram diversas equações com o intuito de prever a eficiência da absorção de ferro. Neste estudo, os algoritmos foram comparados ao de Monsen e Balintfy (1982), por ser considerado pelos autores como o mais simples. Apesar de os algoritmos incluírem diferentes variáveis em suas equações e todos fornecerem pesos diferentes para essas variáveis, várias das equações resultaram numa predição de absorção de ferro quase idêntica. Uma das descobertas que mais chamou a atenção no estudo em questão foi identificar que o algoritmo mais simples de Monsen e Balintfy (1982), dentre todos os seis avaliados (HALLBERG; HULTHÉN, 2000; REDDY et al., 2000; BHARGAVA et al., 2001; TSENG et al., 1997; DU et al., 2000; MONSEN; BALINTFY, 1982), apresentava uma forte concordância com o mais complexo, de Hallberg e

Hulthén (2000), demonstrando que, mesmo contendo menos componentes que influenciam na DiFe ou BioFe, parece ser tão útil quanto o segundo, na estimativa pretendida (BEARD et al., 2007).

Nesta mesma direção, percebendo a variabilidade existente entre os algoritmos disponíveis, De Carli et al. (2018) compararam as estimativas da BioFe encontradas por cinco algoritmos, que preveem a BioFe, com uma abordagem probabilística com a mesma finalidade. Os autores também perceberam que as estimativas dos distintos métodos empregados são diferentes, especialmente quando se trata dos algoritmos baseados em dieta completa. Enquanto o modelo probabilístico utilizado no estudo apontava uma BioFe de 17,2%, os algoritmos de Monsen et al. (1978), Hallberg e Hulthén (2000) e Reddy et al. (2000) apresentaram estimativas mais baixas e próximas entre si, 12,02%, 12,80% e 11,57%, respectivamente. Neste mesmo estudo, quando avaliados os algoritmos de Collings et al. (2013) e Armah et al. (2013), percebeu-se que os mesmos subestimaram ainda mais a BioFe, 8,91% e 8,51%, respectivamente. Adicionalmente, os autores destacam que, diferente do ferro biodisponível, a ingestão de ferro total, ferro heme ou não heme, não foram fortemente correlacionadas com a ferritina sérica. Os autores concluíram que algoritmos matemáticos preditivos e modelos de abordagem probabilística geram estimativas discordantes de BioFe. Além disso, definiram a proposta de Hallberg e Hulthén (2000) como o modelo mais eficiente para avaliar dietas onívoras e vegetarianas, dentre os algoritmos avaliados. (DE CARLI et al., 2018).

Mais recentemente, Lima (2021) utilizou quatro algoritmos (MONSEN; BALINFTY, 1982; SINGER et al., 1982; DU et al., 2000; RICKARD et al., 2009) para avaliar a DiFe de cardápios da alimentação escolar do município de Maceió-Alagoas. Os resultados encontrados apontaram que, dentre as estimativas de DiFe dietético obtidas, as de Monsen e Balintfy (1982) (8,2%) e Rickard et al. (2009) (9,7%) foram aquelas que apresentaram a maior associação entre si. Assim, considerando a facilidade de aplicação e de obtenção das variáveis necessárias, que são apenas os fatores estimuladores AA e CPA, a autora recomenda a utilização do algoritmo de Monsen e Balintfy (1982), naquele contexto (LIMA, 2021).

É importante ressaltar que o status do ferro dos indivíduos influencia, principalmente, a absorção do ferro não heme, enquanto a absorção do ferro heme tende a ser menos afetada. Nesse sentido, há uma correlação inversa entre o estado de ferro e a absorção de ferro. Sendo assim, esse mineral difere de outros, porque o equilíbrio do ferro no corpo humano é regulado pela absorção, tendo em vista a ausência de mecanismo fisiológico para a sua excreção. Conseqüentemente, o status de ferro do indivíduo, além de outros fatores, desempenha um papel fundamental na BioFe (HURREL; EGLI, 2010).

Diante do exposto, percebe-se que, apesar das diferenças existentes entre os algoritmos, por conta da inclusão de diversos fatores inibidores, que trazem um refinamento e complexidade aos mesmos, com o intuito de torná-los mais robustos, para refletir de maneira mais realista a situação do indivíduo, os estudos que se propuseram a compará-los identificaram que os algoritmos mais simples apresentam resultados semelhantes de predição de absorção de ferro, quando comparados aos mais complexos. De tal forma, fica sugerido que um maior número de fatores dietéticos em um algoritmo, a priori, não estabeleceria maior acurácia ao mesmo.

2.4 CONCLUSÃO

O ferro exerce papel fundamental no metabolismo humano, em todas as fases do ciclo da vida, com demandas especialmente altas para crianças, de ambos os sexos, mulheres em idade fértil, gestantes e lactantes, devido aos maiores requerimentos desse micronutriente, que se baseiam no crescimento e desenvolvimento corporal, nas perdas menstruais e nas demandas próprias da gestação e da lactação, respectivamente. Por isso, recomenda-se que o consumo deste micronutriente seja maior nesses grupos. De forma complementar, destaca-se que o ferro dietético apresenta biodisponibilidades distintas, que estão de acordo com o tipo de ferro presente nos alimentos, sendo o heme o de maior absorção, e o não heme de menor absorção.

Adicionalmente, constata-se que o ferro em sua forma não heme sofre interferência de fatores dietéticos que constituem os alimentos e/ou as refeições. Essa interferência pode ocorrer de forma favorável, pela presença de agentes como ácido ascórbico e tecido animal, que facilitam a absorção do mineral em questão, ou de forma negativa, onde a absorção é diminuída, dada a presença de agentes como polifenóis, fitatos e cálcio. Desta forma, percebe-se que estes fatores afetam a quantidade de ferro absorvível. Vale destacar que Dife e BioFe são termos para predição de um mesmo fenômeno sob perspectivas diferentes e em momentos distintos. Assim, apesar de a diferença conceitual entre os termos, ambos são afetados pela composição da dieta, que considera a presença de fatores inibidores e estimuladores da absorção de ferro. Além da influência do status de ferro do indivíduo, que media o nível de absorção de maneira inversamente proporcional.

E, por fim, existem diferentes algoritmos para estimar DiFe e BioFe, que se distinguem, principalmente, pelos fatores considerados em seus cálculos e o peso a eles atribuído, o que pode gerar estimativas discordantes, sub ou superestimando os resultados. Até então, não existe um consenso que defina qual o melhor algoritmo a ser aplicado em diferentes situações ou contextos; no entanto, na escolha de um algoritmo, é necessário considerar os fatores presentes na alimentação do indivíduo ou do grupo populacional estudado, a precisão do algoritmo e a

viabilidade de sua aplicação. Dessa forma, é possível atingir um resultado mais fidedigno de acordo com o objetivo da avaliação.

3 ARTIGO DE RESULTADOS

SANTOS, T. L. F.; SILVA NETO, L. G. R.; ATAIDE, T. R. **Concentração de hemoglobina e sua associação com a disponibilidade dietética de ferro em mulheres adultas na idade reprodutiva e em vulnerabilidade social.** Revista Científica para a qual se pretende submeter: *Nutrition Bulletin* (Fator de impacto de 3.737, Classificação A3, segundo os critérios do sistema *Qualis* da CAPES/Área de Nutrição).

RESUMO

A concentração de hemoglobina pode sofrer diminuição por diversos fatores e é utilizada convencionalmente como parâmetro para determinação da situação de anemia. Dentre os tipos de anemia existentes, a por deficiência de ferro, também denominada como ferropriva, continua sendo a mais prevalente e configura um problema de saúde pública em todo o mundo. Existem grupos populacionais que estão mais susceptíveis ao desenvolvimento dessa condição, como as mulheres em idade reprodutiva, principalmente quando inseridas no contexto de vulnerabilidade social. Neste contexto, o risco de desenvolvimento da anemia ferropriva pode ser acentuado quando se associa a insegurança alimentar (IA). Adicionalmente, o uso de anticoncepcional surge como uma alternativa de contenção nesse panorama. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de hemoglobina, e identificar a existência de associação com disponibilidade dietética de ferro em mulheres adultas na idade reprodutiva e em vulnerabilidade social, no município de Maceió-AL. O estudo teve delineamento transversal com desenho amostral probabilístico e do tipo conglomerado executado em três estágios de forma aleatória simples. Variável resposta (CH - coleta sanguínea com Hemocue) e virável preditora (DiFe dietética - algoritmo de Monsen e Balintfy). Para análise estatística utilizou-se regressão logística e análise multivariável orientada por DAG. Foram avaliadas 543 mulheres, das quais 505 tiveram os dados analisados. Os resultados apontam que as mulheres que consumiam uma DiFe dietética mais alta, quando comparadas com as de consumo mais baixo, apresentavam uma maior probabilidade de apresentar uma CH maior (OR: 1.67; IC95%: 1.08, 2.59) tal como as usuárias de anticoncepcional (OR: 1.67; IC95%: 1.10, 2.55). Entretanto, estar nas situações de insegurança alimentar leve (OR: 0.60; IC95%: 0.37, 0.96) ou grave (OR: 0.37; IC95%: 0.18, 0.76) apresentavam menor probabilidade de CH adequada. Sendo assim, é possível inferir que existe associação entre a DiFe e CH e que o uso de anticoncepcional e nível de insegurança alimentar são fatores contribuintes na determinação da CH. Dessa forma, destaca-se a pertinência da alimentação como forma de prevenir deficiências nutricionais prevalentes como a ADF, sendo necessária a intervenção governamental na implementação de políticas públicas que combatam essa carência nutricional e garantam o acesso a alimentação adequada. Palavras chave: Dieta; Pobreza; Anemia.

ABSTRACT

Hemoglobin concentration can decrease due to several factors and is conventionally used as a parameter for the situation of anemia. Among the existing types of anemia, iron deficiency anemia, also known as iron deficiency, remains the most prevalent and constitutes a public health problem worldwide. There are population groups that are more susceptible to the development of this condition, such as women of reproductive age, especially when inserted in the context of social vulnerability. In this context, the risk of developing iron deficiency anemia can be increased when food insecurity (FI) is associated. In addition, the use of contraceptives emerges as an alternative for containment in this context. Therefore, the objective of this study was to evaluate the concentration of hemoglobin, and to identify the existence of an association with dietary iron availability in adult women of reproductive age and social vulnerability, in the city of Maceió-AL. The study had a cross-sectional design with a probabilistic and conglomerate sampling design performed in three gains in a simple random fashion. Response variable (CH - blood collection with Hemocue) and predictive variable (dietary DiFe - algorithm by Mosen and Balintfy). For strategic analysis, logistic regression was used and multivariate analysis guided by DAG. 543 women were evaluated, of which 505 had their data analyzed. The results indicate that women who consume a higher dietary DiFe, when detected with the lowest consumption, were more likely to have a higher HC (OR: 1.67; 95%CI: 1.08, 2.59) as well as contraceptive users (OR: 1.67; 95%CI: 1.10, 2.55). However, being in situations of mild (OR: 0.60; 95%CI: 0.37, 0.96) or severe (OR: 0.37; 95%CI: 0.18, 0.76) food insecurity were less likely to have adequate HC. Therefore, it is possible to infer that there is an association between DiFe and HC and that the use of contraceptives and the level of food security are contributing factors in the origin of HC. Thus, the pertinence of food as a way to prevent prevalent nutritional deficiencies such as ADF is highlighted, requiring government intervention in the implementation of public policies that combat this nutritional deficiency and guarantee access to adequate food.

Keywords: Diet; Poverty; Anemia.

INTRODUÇÃO

A diminuição da concentração de hemoglobina pode ser influenciada por inúmeros fatores, como hemorragias, deficiências nutricionais, como a de ferro e vitamina B9, situações fisiológicas, como gravidez, distúrbios genéticos, como talassemia, e processos infecciosos e inflamatórios decorrentes de parasitoses (DE SANTIS, 2019), sendo este parâmetro convencionalmente utilizado para identificar a ocorrência de anemias. Nesse sentido, a anemia ferropriva (AF) é um dos principais desfechos da diminuição desse parâmetro hematológico (YAMAGISHI et al., 2017; BRITO et al., 2021).

Apesar de os esforços para diminuir a prevalência da AF persistirem, essa continua sendo a carência nutricional mais prevalente em todo o mundo, afetando, especialmente, crianças e mulheres em idade reprodutiva (BEZERRA et al., 2018; CORDEIRO et al., 2018). Ao longo dos anos, no Brasil, foram desenvolvidas estratégias como o programa de fortificação de alimentos com ferro e ácido fólico e a suplementação profilática com sulfato ferroso, com intuito de minimizar a situação encontrada no país (SOUZA et al., 2018). Após a implementação dessas estratégias, pôde-se perceber redução da prevalência de anemia no Brasil, apesar da persistência em grupos mais vulneráveis (MACHADO et al., 2019).

Considerando esse contexto, pode-se destacar a maior susceptibilidade das mulheres em idade reprodutiva ao desenvolvimento de anemia, por conta das perdas menstruais que depletam ferro e contribuem para diminuição da concentração de hemoglobina (DIAS, 2017; BEZERRA et al., 2018). O problema toma proporções maiores quando se trata de mulheres que estão em situação de vulnerabilidade social, pois a alimentação tende a ser menos variada e de menor qualidade nutricional, comprometendo a ingestão e a disponibilidade dietética de ferro (ROCHA et al., 2020).

Vale ressaltar que o contexto de vulnerabilidade social sinaliza a situação de insegurança alimentar (IA) comumente encontrada nessa população, sendo considerado um preditor significativo de anemia entre mulheres em idade reprodutiva (GHOSE et al., 2016). Nos países em desenvolvimento, as restrições econômicas impactam diretamente no consumo doméstico de alimentos afetam negativamente a qualidade da dieta, situação que repercute no teor de ferro disponível para absorção. Dessa forma, foi constatado que o aumento da renda familiar possui associação com maior ingestão de ferro proveniente de carnes, peixes e aves e de todas as fontes animais (BHARGAVA; BOUIS; SCRIMSHAW, 2001). Além disso, o contexto de IA do agregado familiar está relacionado com o maior consumo de alimentos ricos em calorias. Isso explica uma menor qualidade nutricional da dieta e uma maior probabilidade

de inadequação de nutrientes entre famílias com IA moderada e grave (ANGELES-AGDEPPA; TOLEDO; ZAMORA, 2021).

É necessário enfatizar que, atrelada ao consumo alimentar, temos a disponibilidade de ferro (DiFe), que corresponde ao conteúdo de ferro presente na alimentação disponível para absorção, a depender da forma como o mineral se encontra nos alimentos, ferro heme (FH) ou não heme (FNH), e da influência exercida por outros constituintes dos alimentos sobre a sua absorção. Estes constituintes podem agir potencializando a absorção do ferro, como é o caso do ácido ascórbico e do tecido animal, ou inibindo a sua absorção, como os polifenóis, fitatos e o cálcio (HUNT, 2005; LIMA, 2021).

Considerando esses aspectos, para a estimativa da DiFe, estão disponíveis na literatura diversos algoritmos, dentre eles o de Monsen e Balintfy (1982), que tem sido apontado como o mais simples e de fácil aplicação, e que apresenta eficiência equivalente a outros considerados mais robustos, como o de Rickard et al. (2009) e de Hallberg e Hulthén (2000) (BEARD et al., 2007; LIMA, 2021), apesar de considerar apenas fatores estimuladores da absorção do ferro dietético em suas estimativas.

Diante do exposto, e percebendo a relevância do tema abordado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de hemoglobina, e identificar a existência de associação com a disponibilidade dietética de ferro em mulheres adultas na idade reprodutiva e em vulnerabilidade social, no município de Maceió, Nordeste do Brasil.

MÉTODOS

Delineamento e aspectos éticos

Estudo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (CAAE 57829016.9.1001.5013) e, portanto, conduzido de acordo com os padrões éticos previstos na declaração de Helsinque de 1964 e alterações posteriores.

Tamanho amostral

Para a determinação do desenho amostral, tomou-se como base os dados do estudo piloto, composto por 30 mulheres, considerando a probabilidade da ocorrência da variável resposta $\Pr(Y=1 | X=1)$ H_0 de 0.24 mg/dL (concentração de hemoglobina), a média populacional, (X parm μ) de 0.96 mg, e o desvio padrão, (X parm σ) de 0.36 mg, da variável preditora (disponibilidades dietéticas de ferro). Também levando em consideração os dados brutos da coleta piloto, os coeficientes do intercepto (-1.15) e da variável resposta (1.19), o valor do odds ratio de 3.287, além de considerar um nível de significância de 0.01 e um poder do teste de

0.99, seria necessário recrutar 504 mulheres. O cálculo amostral foi feito com auxílio do *software* G*Power versão 3.1.9.7 (Franz Faul, Kiel, Alemanha).

Local e recrutamento

Os dados foram coletados entre outubro de 2020 e maio de 2021, em aglomerados subnormais, distribuídos pelo município de Maceió, capital do Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. De acordo com a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aglomerados subnormais são espaços com baixa infraestrutura, nos quais a população apresenta precárias condições socioeconômicas e demográficas (IBGE, 2020).

Maceió apresenta um total de 94 aglomerados subnormais, distribuídos nas suas oito regiões administrativas. Para a seleção dos aglomerados subnormais incluídos no estudo, primeiro foram excluídos aqueles de menor porte, o que correspondeu a 20% dos locais (19 aglomerados subnormais). Essa decisão levou em consideração o baixo número de mulheres que seriam recrutadas ($n < 5$). Com esta exclusão, a 1ª região administrativa de Maceió não fez parte da amostra, pois a mesma apresenta apenas um aglomerado subnormal de pequeno porte. Com os 75 aglomerados restantes, foi realizado um sorteio simples para a escolha de 50% destes locais em cada região administrativa, sendo incluídos no estudo 40 aglomerados subnormais. Após esse procedimento, a amostra foi distribuída em sete das oito regiões administrativas do município, de modo proporcional ao número de habitantes existentes em cada uma.

O desenho amostral foi probabilístico e do tipo conglomerado, em três estágios: (1) aglomerados subnormais, selecionados de forma aleatória simples e proporcional em cada uma das sete regiões administrativas que foram estudadas; (2) setores censitários, sempre que um aglomerado subnormal apresentava mais de um setor censitário, um foi selecionado de forma aleatória simples; (3) ruas, em cada setor censitário avaliado foi sorteada uma rua para o início das coletas.

Foram visitadas todas as residências da rua sorteada e, sempre que necessário, as ruas circunvizinhas, até completar a amostra correspondente ao local. Foram incluídos todos os domicílios em que residia pelo menos uma mulher com idade entre 20 e 44 anos.

Não foram incluídas na pesquisa gestantes, mulheres que apresentavam diagnóstico prévio de algum problema hematológico ou doença crônica que influenciasse na concentração de hemoglobina (Hb) e no metabolismo do ferro, como doença renal, hepática ou HIV/AIDS, aquelas que referiram estar com febre no momento da entrevista ou no dia anterior, e as mulheres que apresentavam algum tipo de alergia ou intolerância alimentar, pois esta condição influenciaria no seu padrão de consumo, podendo refletir no ingestão de alimentos fontes de

ferro, além daquelas que tinham alguma deficiência que dificultasse a compreensão e resposta dos questionários aplicados. Nas residências que tinham mais de uma mulher na faixa etária do estudo, foi escolhida a que tinha algum filho menor de cinco anos; quando este critério não se aplicava, foi entrevistada a que era responsável pela aquisição e preparo dos alimentos para a família. Só foram coletados os dados de uma mulher por domicílio.

Coleta dos dados

Características socioeconômicas e de saúde

Foram utilizados questionários adaptados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010) e da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2017-2018 (IBGE, 2019), considerando os seguintes aspectos: idade em anos; raça/cor da pele; se estava amamentando naquele período; hábito tabagista; renda mensal *per capita* (levando em consideração os pontos de corte para extrema pobreza - R\$ \leq 100.00, pobreza R\$ 100.01-200.00, e acima da linha da pobreza R\$ $>$ 200.00).

Insegurança alimentar

Foi avaliada por meio da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (SEGALL-CORRÊA et al., 2014), cujo formulário contém 14 perguntas (sim ou não) sobre a experiência de insuficiência alimentar em seus diversos níveis de intensidade nos últimos três meses. Cada resposta positiva corresponde a um ponto. A classificação da IA foi realizada da seguinte maneira: residência com menores de 18 anos – 0: segurança alimentar, 1-5: IA leve, 6-9: IA moderada, e 10-14: IA grave; residência sem menores de 18 anos – 0: segurança alimentar, 1-3: IA leve, 4-5: IA moderada, e 6-8: IA grave.

Antropometria

Foram aferidos peso e estatura das mulheres, com auxílio de balança digital (Avanutri® - Três Rios, Rio de Janeiro, Brasil) e estadiômetro portátil (Avanutri® - Três Rios, Rio de Janeiro, Brasil), seguindo o protocolo proposto pelo Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2008). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado e classificado como proposto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2006).

Concentração de hemoglobina

Foi realizada coleta de sangue por meio de punção digital para determinação da concentração de hemoglobina (Hb), sendo utilizado um hemoglobinômetro portátil da marca

HemoCue – β HemoglobinPhotometer[®], cuja análise se baseia na leitura fotométrica, com a utilização de microcurvetas β hemoglobin.

A concentração de hemoglobina foi ajustada pelo *status* de tabagismo das mulheres. Sendo assim, para aquelas que se declararam fumantes, houve uma redução de 0,3 g/dL na concentração de hemoglobina. Para as análises estatísticas os valores da concentração de hemoglobina foram modelados em percentis (P50).

Adicionalmente, foram apresentados os dados referentes à presença de anemia, levando em consideração os pontos de corte propostos pela OMS (2011), classificando-a em diferentes níveis (leve: 11-11,9 g/dL, moderada: 10,9 – 8 g/dL e grave: < 8 g/dL).

Avaliação dietética

A avaliação do consumo alimentar foi realizada por meio de entrevista para preenchimento do recordatório alimentar de 24 horas (Rec24h), que correspondeu a um dia da semana. Em uma subamostra de 20% da população avaliada, o Rec24h foi aplicado mais duas vezes, até 60 dias após a realização do primeiro, por meio de contato telefônico, para avaliação e correção da variabilidade intraindividual no consumo. Dos três Rec24h aplicados na subamostra, dois corresponderam a dias da semana e um ao final de semana. A aplicação do Rec24h foi realizada usando o *Multiple Pass Method* (DWYER; PICCIANO; RAITEN, 2003), que é estruturado em cinco etapas. Durante esta avaliação, sempre que a mulher referia o consumo de uma preparação com múltiplos alimentos, era solicitado que a mesma descrevesse cada ingrediente da preparação.

Os Rec24h foram analisados por meio do sistema de avaliação e prescrição nutricional Avanutri 4.0[®] (Três Rios, Rio de Janeiro, Brasil). Para a obtenção dos valores de calorias e dos nutrientes utilizados no estudo, foram consideradas três tabelas de composição nutricional de alimentos, dentre as disponíveis no Avanutri 4.0[®], na seguinte ordem de prioridade: Tabela brasileira de composição de alimentos (TBCA, 2020), Tabela de composição de alimentos (PHILLIPI, 2012) e Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil (IBGE, 2011).

Após a conferência dos dados dietéticos, foram identificadas as participantes com relatos implausíveis, no que se refere aos valores energéticos, sendo as mesmas excluídas do estudo (WILLETT, 2012). Em seguida, foram avaliadas todas as refeições relatadas no Rec24h, considerando a quantidade total de ferro, FH, FNH, ácido ascórbico (AA) e quantidade em gramas de carnes, peixes e aves (CPA). Ao final de cada Rec24h, foram somados os totais de

todos os constituintes, obtendo-se os dados por refeição e os valores correspondentes ao somatório das refeições de cada dia, para posterior avaliação da DiFe.

Avaliação da estimativa de ferro disponível

Para a avaliação do ferro disponível, ou ferro absorvível, foi utilizado o algoritmo proposto por Monsen e Balintfy (1982), levando em consideração os achados de Beard et al. (2007) e Lima (2021). Este algoritmo considera apenas as quantidades de CPA e AA, como fatores estimuladores (FE) da absorção de FNH. Para isto, os autores assumem que o FH corresponde a 40% do ferro total de CPA, e o FNH, aos 60% restantes do ferro de CPA e às outras fontes de ferro da dieta. Como não estão disponíveis parâmetros bioquímicos que refletem as reservas de ferro do organismo, foi utilizado o valor de 500mg de reservas corporais, como sugerido pelos autores. Neste caso, o percentual de absorção do FH é de 25%, enquanto o do FNH varia entre 3 e 8%, a depender da quantidade de CPA e de AA na refeição.

Com relação aos FE, os mesmos foram somados em unidades: 1 unidade de FE corresponde a 1mg de AA ou 1g de CPA magro cozido ou 1,3g de CPA cru. Quando o somatório dos FE nas refeições foi <75 unidades, o cálculo para estimar o percentual de absorção de FNH foi realizado conforme a equação abaixo:

$$\text{Quando } \Sigma \text{ FE} < 75: \% = 3 + 8,93 \ln \left(\frac{\text{FE} + 100}{100} \right)$$

Nas refeições sem FE, foi considerado o percentual de absorção de FNH de 3%, e para aquelas com somatório de FE superior a 75 unidades, o percentual de absorção foi de 8%. O total estimado de ferro disponível foi obtido através da soma de FH e FNH absorvíveis em cada refeição. Para a estimativa da quantidade diária de ferro disponível, após o cálculo isolado para cada refeição, foi considerada a soma de todas as refeições que compõem o dia inteiro. Este processo foi realizado individualmente para cada Rec24h.

Avaliação da variabilidade intraindividual

Após a aplicação do algoritmo de Monsen e Balintfy (1982) sobre os dados dietéticos, foi avaliada a disponibilidade usual de ferro para cada indivíduo. Também foi avaliada a quantidade de calorias usualmente consumidas por cada mulher. Esses dados foram estimados pelo Método de Fontes Múltiplas (*Multiple Source Method* – MSM) (HARTTIG et al., 2011).

MSM é um método estatístico utilizado para estimar a ingestão alimentar usual com base em duas ou mais medições de avaliação do consumo, como dados de Rec24h. Os algoritmos estatísticos do MSM são responsáveis pela avaliação da variação intraindividual da

ingestão. Este método é caracterizado por uma técnica de encolhimento em duas partes aplicada aos resíduos de dois modelos de regressão: um para os dados de ingestão diária positivos e um para a probabilidade de consumo.

Ao final desse procedimento, a disponibilidade dietética usual de ferro, assim como a quantidade de calorias usualmente consumidas por cada mulher, foram categorizados em tercís, para as análises estatísticas.

Comparação entre as estimativas e recomendações nutricionais

Por se tratar de avaliação de um grupo populacional, foi considerado o valor da *Estimated Average Requirement* (EAR) para a recomendação do total de ferro diário. Deste total, foi calculada a quantidade de ferro absorvível recomendada para a faixa etária avaliada, sendo considerado o valor que corresponde a 18% do total de ferro ingerido (IOM, 2001).

Com os valores recomendados de ferro absorvível, os dados foram comparados com as estimativas da quantidade diária de ferro absorvível, obtidas para cada indivíduo, para verificação do atendimento às recomendações nutricionais diárias deste mineral para a população estudada.

Análise estatística

Os dados foram digitados em dupla entrada. A análise dos dados foi realizada com auxílio do *software* estatístico Jamovi (Version 1.6.23, The jamovi project, 2021, Sydney, Australia). Para a estatística descritiva, as variáveis contínuas foram apresentadas como média e intervalo de confiança de 95% (IC95%), e as variáveis categóricas como frequências absolutas e relativas, atendendo aos pressupostos de normalidade. As diferenças entre proporções das variáveis, levando em consideração está no primeiro ou segundo percentil da concentração de hemoglobina, foram testadas com base no teste do χ^2 .

Foi utilizada regressão logística para identificar a probabilidade por meio do odds ratio (OR) de estar no percentil mais alto da concentração de hemoglobina, além de calcular seu respectivo intervalo de confiança de 95% (IC 95%). Para esta análise foi projetado um gráfico acíclico direcionado (Directed Acyclic Graph, DAG), apresentado na Figura 1, que ilustra os caminhos causais entre a concentração de hemoglobina e a disponibilidade dietética de ferro. O DAG foi desenvolvido com o auxílio do *software* DAGitty (<http://www.dagitty.net/dags.html#>). Foi visto que o conjunto mínimo de variáveis para estimar o efeito direto da disponibilidade dietética de ferro na concentração de hemoglobina incluiu

IMC, consumo calórico, uso de anticoncepcional, IA, renda, lactação e raça/cor. Para todas as análises, adotou-se um valor alfa igual a 5%.

RESULTADOS

Foram recrutadas e avaliadas 543 mulheres. Para as análises, foram incluídas 505 mulheres, cujo fluxograma está apresentado na Figura 2. A média de idade foi de 29,46 (28,82; 30,10) anos; a maioria se autodeclarou parda (n = 314; 62,2%); 187 (37,1%) viviam abaixo da linha da pobreza, destas 74 (17,7%) viviam em situação de extrema pobreza; 386 (76,4%) apresentavam algum nível de IA e 352 (69,7%) estavam com excesso de peso. As características sociodemográficas da amostra estão descritas na Tabela 1.

No que se refere à disponibilidade dietética de ferro, foi observada média igual a 0,46 (0,44; 0,48) mg, já a média de calorias correspondeu a 1.495,39 (1.453,28; 1.537,49) Kcal. Com relação à concentração de hemoglobina, a média foi de 11,20 (11,05; 11,35) g/dL. 326 mulheres (64,6%) estavam anêmicas, sendo que 126 (25,0%), 176 (34,9%) e 24 (4,8%) apresentam as formas leve, moderada e grave, respectivamente.

Na análise multivariável orientada pelo DAG (Tabela 2), foi possível observar que as mulheres que estavam no tercil mais alto da disponibilidade dietética de ferro (T3), quando comparadas as que estavam no tercil mais baixo (T1), apresentavam uma maior probabilidade de estar no percentil mais alto da concentração de hemoglobina (P2) (OR: 1.67; IC95%: 1.08, 2.59). Adicionalmente, também foi possível observar que as mulheres que faziam uso de anticoncepcional tinham maior probabilidade de estar no P2 da concentração de hemoglobina (OR: 1.67; IC95%: 1.10, 2.55). Contudo, as mulheres que estavam em insegurança alimentar leve (OR: 0.60; IC95%: 0.37, 0.96) ou grave (OR: 0.37; IC95%: 0.18, 0.76) apresentavam menor probabilidade de estar no P2 concentração de hemoglobina.

DISCUSSÃO

O presente estudo encontrou um baixo teor de ferro dietético disponível para absorção e uma baixa concentração de hemoglobina em mulheres adultas em idade reprodutiva e vulnerabilidade social, situação que reflete diretamente na elevada prevalência de anemia identificada. Também foi possível identificar que a DiFe dietética e o uso de anticoncepcional demonstraram predição positiva à concentração de hemoglobina. Em contrapartida, a situação de IA leve e grave demonstraram predição negativa à variável desfecho.

Embora a ingestão dietética de ferro seja elencada como um determinante proximal da baixa concentração de hemoglobina (OWAIS et al., 2021), existem outros fatores que

contribuem para esta condição, dentre eles estão distúrbios genéticos, como talassemia e doença falciforme, hemorragias devido a doenças infecciosas, como parasitoses, e falta de cobertura dos serviços de saúde (HASAN et al., 2022).

Ainda assim, destaca-se que o consumo de ferro proveniente de fontes alimentares de origem animal como a carne vermelha, demonstra associação significativa com a prevalência de AF, uma vez que o menor consumo desse alimento ocasiona uma maior prevalência dessa condição. Esses achados podem ser explicados pela interferência do baixo nível socioeconômico que limita aquisição de carne vermelha para consumo (HAMODI; NAJI; ISMAEL, 2022)

Nessa direção, houve uma correlação positiva significativa entre as concentrações séricas de Hb e as ingestões médias diárias de proteína e ferro por mulheres em idade reprodutiva residentes de regiões suburbanas (ASGHARI et al., 2020) Em um revisão sistemática com metanálise, que visou investigar a eficácia das intervenções dietéticas para tratar ADF em mulheres, foi identificado que a maioria dos estudos incluídos preconizada o do suprimento de ferro e/ou de vitamina C. No entanto, apenas para as intervenções que incluíram o aumento do aporte de ferro e simultaneamente o aumento de sua absorção pelo aporte de vitamina C todos os resultados se confirmaram efetivos. Considerando esse fato, as intervenções dietéticas recomendadas para pacientes anêmicas do sexo feminino devem incluir o aumento da ingestão de ferro e vitamina C (SKOLMOWSKA et al., 2022).

Não obstante, o uso de contraceptivos orais tem sido associado à diminuição das perdas de sangue menstrual, conseqüentemente, podendo reduzir independentemente o risco de anemia e deficiência de ferro em mulheres (FISCHER; SASAI; KARAKOCHUK, 2021). O uso de anticoncepcional hormonal foi associado a uma chance 42% menor de anemia na investigação de Ford e colaboradores considerando mulher em idade reprodutiva não grávidas (FORD et al., 2022). Independente da forma farmacêutica seja pílula, implante ou injetável seu uso está associado a menores chances de anemia mais grave (TIRORE et al., 2021)

Alguns fabricantes iniciaram, recentemente, a inclusão de ferro suplementar nos comprimidos placebo não hormonais de alguns contraceptivos. Apesar de não terem sido observadas diferenças nas concentrações de Hb ou ferro sérico entre as mulheres que receberam os anticoncepcionais com ferro e sem após 12 meses de intervenção. Em algumas populações e/ou ambientes, esses contraceptivos tem o potencial de ser uma solução econômica para a prevenção e/ou tratamento da deficiência de ferro (FISCHER; SASAI; KARAKOCHUK, 2021).

A avaliação da concentração de hemoglobina resultou em uma média de 11,2 mg/dL, o que configura um valor abaixo do ideal, segundo a OMS (OMS, 2011), e reflete a anemia. Os resultados encontrados neste trabalho apontam uma alta prevalência de anemia na população estudada (64%), percentual maior que o encontrado em uma revisão sistemática com metanálise desenvolvida por Macena et al. (2022), na qual foi possível observar maiores prevalências de anemia ferropriva em mulheres em idade reprodutiva nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (30%), em relação às demais regiões do país.

Adicionalmente, em pesquisas que avaliaram a região Nordeste do Brasil, pôde-se perceber uma diminuição da prevalência dessa condição em relação aos anos anteriores. A Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Mulher e da Criança (PNDS), realizada no Brasil em 2006, apontou que a prevalência da anemia em mulheres adultas em idade reprodutiva era de 29,4%, sendo a região Nordeste com os maiores índices (39,1%), demonstrando ser um problema de saúde pública de magnitude moderada enquanto nesse estudo a prevalência (64%) aponta a gravidade desse problema (OMS, 2001). De maneira semelhante, a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) encontrou uma prevalência de anemia de 13,8% e 15,7% entre as mulheres adultas com baixa escolaridade e na região Nordeste, respectivamente (BRASIL, 2009; MACHADO et al., 2019).

As precárias condições socioeconômicas do grupo aqui estudado certamente contribuíram para a concentração mais baixa de hemoglobina, situação refletida na alta prevalência de anemia encontrada. Conforme observado por Heckert et al. (2019), na Tanzânia, 36% da mudança na prevalência de anemia foi atribuível a um aumento da riqueza financeira familiar. Assim, é possível inferir que o poder aquisitivo determina a capacidade de uma família de acessar elementos essenciais para a saúde e o bem-estar de seus membros, incluindo a alimentação (OWAIS et al., 2021).

Nesse contexto, Sunuwar et al. (2020), ao avaliarem 726.164 mulheres em idade reprodutiva, observaram que vários fatores domiciliares, como baixo nível socioeconômico, baixa escolaridade, instalações sanitárias precárias e fontes de água não potável, foram importantes preditores para o diagnóstico de anemia, decorrente da baixa concentração de hemoglobina, nos países do sul e sudeste asiáticos. Consoante a isso, no Nordeste do Brasil, Bezerra et al. (2018), ao avaliarem mulheres com as mesmas características supracitadas, verificaram que as condições socioeconômicas mais baixas aumentam em aproximadamente duas vezes as chances de desenvolver anemia. Os resultados desses estudos prévios corroboram com os dados encontrados no presente trabalho, no qual foi possível perceber que a situação de

pobreza atuou como fator de risco para a baixa concentração de hemoglobina, influenciando no aumento da prevalência de anemia.

Adicionalmente, foi percebido que a condição de IA grave se associou negativamente com a concentração de hemoglobina, situação que contribui de maneira decisiva para o aumento da prevalência de anemia. De forma semelhante, em estudo realizado em Bangladesh, país subdesenvolvido localizado no sul da Ásia, foi observado que mulheres que apresentavam IA eram cerca de 1,6 vezes mais propensas a sofrer de anemia em comparação com as que estavam em situação de segurança alimentar, podendo esta condição ser considerada como um preditor significativo da ocorrência deste mal (GHOSE et al., 2016).

No que se refere ao consumo calórico total, por sua vez, foi percebida associação inversamente proporcional com a concentração de hemoglobina. No estudo de AlFaris et al. (2021), realizado na Arábia Saudita, país de baixa a média renda *per capita*, os autores perceberam que o consumo calórico médio diário de 250 mulheres adultas estava significativamente inadequado, quando comparado às recomendações diárias de ingestão. O consumo calórico médio de 952,4 Kcal/dia dessas mulheres estava abaixo do encontrado no presente trabalho (1.495,23 Kcal/dia). Angeles-Agdeppa, Toledo e Zamora (2021) apontam a forte relação entre IA moderada e grave e o maior consumo de alimentos ricos em calorias. O que pode justificar a baixa qualidade nutricional percebida na dieta e a possível inadequação de nutrientes (ANGELES-AGDEPPA et al., 2021).

Tratando-se do ferro dietético disponível estimado, destaca-se que, os valores extremamente baixos de DiFe chamam bastante a atenção. A média de consumo de ferro disponível da população deste trabalho foi de 0,46 mg; assumindo a recomendação nutricional de 1,44 mg de ferro disponível, que correspondem a 18% da EAR para este grupo populacional, percebe-se que o consumo dessa população atingiu apenas 31,9% da recomendação, ficando muito abaixo do que era esperado (IOM, 2003). Entretanto, vale ressaltar os achados de De Carli et al. (2018) e Beard et al. (2007), que concluíram que a utilização de algoritmos tende a subestimar o valor real da DiFe. Contudo, observa-se que, devido à tamanha discrepância no que se refere ao percentual de adequação às recomendações nutricionais aqui adotadas, pode-se assumir que a quantidade de ferro disponível encontrada está abaixo da recomendação para esta população.

Desta forma, percebe-se a importância da realização de intervenções dietéticas focadas no aumento do consumo de ferro, melhorando a DiFe, situação que pode repercutir positivamente na concentração de hemoglobina. Em revisão sistemática com metanálise desenvolvida por Silva Neto et al. (2019), os autores constataram que a utilização de suplemento

com ferro, quando comparada a uma dieta potencializada na disponibilidade de ferro, não diferiu no efeito sobre a concentração de hemoglobina de adolescentes e adultos com deficiência de ferro ou anemia, mesmo com a quantidade maior de ferro administrada por meio do suplemento. Esta situação reforça a importância do manejo dietético para a melhora da concentração de hemoglobina, pois tal estratégia tende a ser mais aceita pela população.

Este trabalho apresenta algumas limitações, como o delineamento transversal que impossibilita o estabelecimento de relações causais, devido à ausência de uma sequência temporal entre exposição aos fatores preditores e a subsequente alteração na concentração de hemoglobina. O R24h empregado na avaliação do consumo alimentar, apesar de ser a ferramenta utilizada com maior frequência nos estudos populacionais, pode subestimar ou superestimar o consumo. Adicionalmente, aponta-se a utilização de algoritmo para estimar o DiFe, devido às limitações desta ferramenta.

Entretanto, como contribuição do presente estudo, destaca-se a exclusividade da avaliação com mulheres adultas em idade reprodutiva, com a especificidade do contexto de vulnerabilidade social, um dos grupos populacionais mais acometidos pela ocorrência de anemia em todo o mundo. Outro ponto, é que se trata de estudo de base populacional, representando, assim, a realidade da população, podendo esta ser extrapolada para populações semelhantes.

Pode-se concluir que, existe associação positiva entre a DiFe dietética e a concentração de hemoglobina e que o uso de anticoncepcional pode atuar como fator preventivo de anemia. Além disso, a situação de IA em níveis leve e grave são fatores preditores para concentrações de hemoglobina mais baixas o que é indicativo de anemia. Essas conclusões reforçam a necessidade de implementar estratégias efetivas para contenção desse importante agravo nutricional. Seja pela distribuição facilitada de anticoncepcionais às mulheres, educação nutricional ou ajustes das políticas públicas já existentes que visam combater a deficiência de ferro.

REFERÊNCIAS

ALFARIS, Nora et al. Prevalence of anemia and associated risk factors among non-pregnant women in Riyadh, Saudi Arabia: a cross-sectional study. **International journal of general medicine**, v. 14, p. 765, 2021.

- ANGELES-AGDEPPA, Imelda; TOLEDO, Marvin B.; ZAMORA, Jezreel Ann T. Moderate and Severe Level of Food Insecurity Is Associated with High Calorie-Dense Food Consumption of Filipino Households. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2021, 2021.
- ASGHARI, Somayyeh et al. Prevalence and predictors of iron-deficiency anemia: Women's health perspective at reproductive age in the suburb of dried Urmia Lake, Northwest of Iran. **Journal of Education and Health Promotion**, v. 9, 2020.
- BEARD, John L. et al. Iron absorption prediction equations lack agreement and underestimate iron absorption. **The Journal of nutrition**, v. 137, n. 7, p. 1741-1746, 2007.
- BEZERRA, Adriana Guimarães Negromonte et al. Anemia e fatores associados em mulheres de idade reprodutiva de um município do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 21, 2018.
- BHARGAVA, Alok; BOUIS, Howarth E.; SCRIMSHAW, Nevin S. Dietary intakes and socioeconomic factors are associated with the hemoglobin concentration of Bangladeshi women. **The Journal of nutrition**, v. 131, n. 3, p. 758-764, 2001.
- BRITO, MEDES et al. Fisiopatologia, diagnóstico e tratamento da anemia ferropriva: Uma revisão de literatura. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 12, n. 1, p. e23523.
- CHRISTIAN, Aaron K. et al. Co-Occurrence of Overweight/Obesity, Anemia and Micronutrient Deficiencies among Non-Pregnant Women of Reproductive Age in Ghana: Results from a Nationally Representative Survey. **Nutrients**, v. 14, n. 7, p. 1427, 2022.
- CORDEIRO, Susana Arruda et al. Nutrição na Prevenção e Tratamento da Anemia Ferropriva. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. S 01, p. Trab549, 2018.
- DE CARLI, Eduardo et al. Dietary iron bioavailability: agreement between estimation methods and association with serum ferritin concentrations in women of childbearing age. **Nutrients**, v. 10, n. 5, p. 650, 2018.
- DE SANTIS, Gil Cunha. Anemia: definição, epidemiologia, fisiopatologia, classificação e tratamento. **Medicina (Ribeirao Preto)**, v. 52, n. 3, p. 239-251, 2019.
- DIAS, Gisele Cristina. **Associação do consumo alimentar com o status de ferro de mulheres saudáveis na idade reprodutiva**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DWYER, Johanna; PICCIANO, Mary Frances; RAITEN, Daniel J. Future directions for the integrated CSFII-NHANES: what we eat in America–NHANES. **The Journal of nutrition**, v. 133, n. 2, p. 576S-581S, 2003.

FISCHER, Jordie AJ; SASAI, Carolina S.; KARAKOCHUK, Crystal D. Iron-containing oral contraceptives and their effect on hemoglobin and biomarkers of iron status: a narrative review. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2340, 2021.

FORD, Nicole D. et al. Factors associated with anaemia in a nationally representative sample of nonpregnant women of reproductive age in Nepal. **Maternal & child nutrition**, v. 18, p. e12953, 2022.

GHOSE, Bishwajit et al. Association between food insecurity and anemia among women of reproductive age. **PeerJ**, v. 4, p. e1945, 2016.

HAMODI, Luma Essa; NAJI, Alaadin Sahham; ISMAEL, Sajidah Hussein. FACTORS ASSOCIATED WITH ANEMIA IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE IN IRAQI FEMALES SAMPLE. **Age**, v. 14, n. 19, p. 20-29, 2022.

HARTTIG, U. et al. The MSM program: web-based statistics package for estimating usual dietary intake using the Multiple Source Method. **European journal of clinical nutrition**, v. 65, n. 1, p. S87-S91, 2011.

HASAN, Md Mehedi et al. Anaemia in women of reproductive age in low-and middle-income countries: progress towards the 2025 global nutrition target. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 100, n. 3, p. 196, 2022.

HECKERT, Jessica et al. **Analysis of the drivers of change in women's anemia in Tanzania 2005-2015**. Intl Food Policy Res Inst, 2019.

HUNT, Janet R. Dietary and physiological factors that affect the absorption and bioavailability of iron. **International journal for vitamin and nutrition research**, v. 75, n. 6, p. 375-384, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil. Rio de Janeiro, ed. 1, 2011a.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference intakes for vitamin A, vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc**. Washington: The National Academy Press, 2001, 800p;

- IRACHE, Ana; GILL, Paramjit; CALEYACHETTY, Rishi. The co-occurrence of overweight/obesity and anaemia among adult women, adolescent girls and children living in fifty-two low-and middle-income countries. **Public Health Nutrition**, v. 25, n. 6, p. 1595-1606, 2022.
- LANZILLOTTI, Haydée Serrão et al. Instrumento para avaliar a combinação de alimentos para tornar o ferro mais biodisponível na dieta. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 4107-4118, 2018.
- LIMA, A. A. **Disponibilidade do ferro da alimentação escolar dos Centros Municipais de Educação Infantil de Maceió-AL**. 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.
- MACENA, Mateus et al. Prevalence of iron deficiency anemia in Brazilian women of childbearing age: a systematic review with meta-analysis. **PeerJ**, v. 10, p. e12959, 2022.
- MARQUES, Richelle Moreira et al. Avaliação do Programa Nacional de Suplementação de Ferro. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 32, 2019.
- MONSEN, ELAINE R.; BALINTFY, JOSEPH L. Calculating dietary iron bioavailability: refinement and computerization. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 80, n. 4, p. 307-311, 1982.
- NGUYEN, Phuong Hong et al. Trends and drivers of change in the prevalence of anaemia among 1 million women and children in India, 2006 to 2016. **BMJ global health**, v. 3, n. 5, p. e001010, 2018.
- OWAIS, Aatekah et al. Anemia among Women of Reproductive Age: An Overview of Global Burden, Trends, Determinants, and Drivers of Progress in Low-and Middle-Income Countries. **Nutrients**, v. 13, n. 8, p. 2745, 2021.
- PHILIPPI, S. T. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. In: **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. 164 p. 2012.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ; SECRETARIA DE HABITAÇÃO POPULAR E SANEAMENTO. **Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS): Produto C - Diagnóstico do setor habitacional**. Maceió, 2013.

RAHMAN, M. Shafiqur et al. Association between malnutrition and anemia in under-five children and women of reproductive age: Evidence from Bangladesh Demographic and Health Survey 2011. **PloS one**, v. 14, n. 7, p. e0219170, 2019.

ROCHA, Élide Mara Braga et al. ANEMIA POR DEFICIÊNCIA DE FERRO E SUA RELAÇÃO COM A VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 38, 2020.

SEGALL-CORRÊA, Ana Maria et al. Refinement of the Brazilian household food insecurity measurement scale: recommendation for a 14-item EBIA. **Revista de Nutrição**, v. 27, p. 241-251, 2014.

SILVA NETO, Luiz Gonzaga Ribeiro et al. Effects of iron supplementation versus dietary iron on the nutritional iron status: Systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 16, p. 2553-2561, 2019.

SKOLMOWSKA, Dominika et al. Effectiveness of Dietary Interventions to Treat Iron-Deficiency Anemia in Women: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Nutrients**, v. 14, n. 13, p. 2724, 2022.

SOUZA, Maria Luiza Alves et al. Políticas Públicas para o Controle da Anemia Ferropriva no Brasil. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. S 01, p. Trab635, 2018.

SUNUWAR, Dev Ram et al. Prevalence and factors associated with anemia among women of reproductive age in seven South and Southeast Asian countries: Evidence from nationally representative surveys. **PloS one**, v. 15, n. 8, p. e0236449, 2020.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA – UNICAMP, Campinas, ed. 4, rev. e ampl. Campinas: NEPA UNICAMP, 161 p., 2011.

TBCA. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020.

TIRORE, Lire Lemma et al. Factors associated with anaemia among women of reproductive age in Ethiopia: Multilevel ordinal logistic regression analysis. **Maternal & Child Nutrition**, v. 17, n. 1, p. e13063, 2021.

WHO. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva, World Health Organization, 2011.

World Health Organization. Iron deficiency anemia: assessment, prevention and control – a guide for programme managers Geneva: WHO; 2001.

WILLETT, Walter. **Nutritional epidemiology**. Oxford university press, 2012.

YAMAGISHI, J. A., et al. Anemia ferropriva: diagnóstico e tratamento. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 99-110, 2017.

Tabela 1. Características socioeconômicas, demográficas e de saúde de mulheres adultas em idade reprodutiva e em situação de vulnerabilidade social do município de Maceió, Nordeste do Brasil, 2020-2021 ($n = 505$).

Variáveis	Total		Concentração de Hb - P1		Concentração de Hb - P2		Teste χ^2
	N	%	N	%	N	%	p-valor
Raça/cor							0.094
Branca	56	11.1	25	9.6	31	12.7	
Preta	86	17.0	48	18.4	38	15.6	
Parda	314	62.2	158	60.5	156	63.9	
Amarela	41	8.1	28	10.7	13	5.3	
Indígena	8	1.6	2	0.8	6	2.4	
Uso de anticoncepcional							0.172
Não	360	71.3	193	73.9	167	68.4	
Sim	145	28.7	68	26.1	77	31.6	
Hábito tabagista							< 0.001
Não	436	86.3	196	75.1	240	98.4	
Sim	69	13.7	65	24.9	4	1.6	
Lactante							0.014
Não	381	75.4	185	70.9	196	80.3	
Sim	124	24.6	76	29.1	48	19.7	
Renda per capita *							0.014
R\$ ≤ 100.00	74	14.7	42	16.1	32	13.1	
R\$ 100.01-200.00	113	22.4	70	26.8	43	17.6	
R\$ > 200.00	318	63.0	149	57.1	169	69.3	
Índice de Massa Corporal							0.118
Baixo peso	10	2.0	8	3.1	2	0.8	
Peso adequado	143	28.3	78	29.9	65	26.6	
Sobrepeso	179	35.4	95	36.4	84	34.4	
Obesidade	173	34.3	80	30.7	93	38.1	
Níveis de insegurança alimentar #							0.294
Segurança alimentar	119	23.6	54	50.7	65	26.6	
Insegurança leve	242	47.9	125	47.9	117	48.0	
Insegurança moderada	71	14.1	39	14.9	32	13.1	
Insegurança grave	73	14.5	43	16.5	30	12.3	
Consumo calórico							0.788
T1	161	33.3	85	32.6	83	34.0	
T2	169	33.4	91	34.9	78	32.0	
T3	168	33.3	85	32.6	83	34.0	

* Classificado levando em consideração a linha da pobreza: R\$ ≤ 100.00, extrema pobreza; R\$ 100.01-200, pobreza; R\$ > 200.00, acima da linha da pobreza.

Foram classificados de acordo com a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA).

Tabela 2. Associação entre a concentração de hemoglobina e as características demográficas e de saúde de mulheres adultas em idade reprodutiva e em vulnerabilidade social do município de Maceió, Nordeste do Brasil, 2020-2021 ($n = 505$).

Variáveis	Univariável			Multivariável		
	OR	IC 95%	p-valor	OR	IC 95%	p-valor
<i>Raça/cor</i>						
Preta/parda	1.12	0.71, 1.77	0.611	1.13	0.70, 1.84	0.602
Outras	1.00			1.00		
<i>Uso de anticoncepcional</i>						
Sim	1.61	1.08, 2.40	0.017	1.67	1.10, 2.55	0.016
Não	1.00			1.00		
<i>Lactante</i>						
Sim	1.55	0.99, 2.40	0.054	1.50	0.94, 2.41	0.087
Não	1.00			1.00		
<i>Renda per capita *</i>						
R\$ ≤ 100.00	1.00			1.00		
R\$ 100.01-200.00	1.68	0.89, 3.16	0.104	1.18	0.97, 3.65	0.060
R\$ > 200.00	0.99	0.58, 1.67	0.973	1.45	0.81, 2.60	0.210
<i>Índice de Massa Corporal</i>						
Baixo peso	4.26	0.52, 34.69	0.175	3.51	0.40, 30.64	0.256
Peso adequado	1.00			1.00		
Sobrepeso	0.83	0.52, 1.32	0.437	0.77	0.47, 1.26	0.303
Obesidade	0.75	0.47, 1.20	0.226	0.66	0.39, 1.09	0.106
<i>Níveis de insegurança alimentar #</i>						
Segurança alimentar	1.00			1.00		
Insegurança leve	0.67	0.43, 1.05	0.084	0.60	0.37, 0.96	0.035
Insegurança moderada	0.63	0.34, 1.17	0.146	0.61	0.32, 1.16	0.137
Insegurança grave	0.37	0.19, 0.72	0.003	0.37	0.18, 0.76	0.007
<i>Consumo calórico total €</i>						
T1	1.00			1.00		
T2	0.93	0.60, 1.46	0.766	0.90	0.56, 1.46	0.689
T3	1.11	0.70, 1.74	0.64	1.26	0.79, 2.02	0.317
<i>Disponibilidade dietética de ferro ¥</i>						
T1	1.00			1.00		
T2	1.29	0.75, 2.21	0.351	1.28	0.84, 1.96	0.238
T3	1.67	0.98, 2.86	0.059	1.67	1.08, 2.59	0.020

* Classificado levando em consideração a linha da pobreza: R\$ ≤ 100.00, extrema pobreza; R\$ 100.01-200, pobreza; R\$ > 200.00, acima da linha da pobreza;

Foram classificados de acordo com a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA);

€ Estimado por meio da aplicação de recordatório de 24 horas;

¥ Estimado por meio da aplicação de recordatório de 24 horas, com posterior avaliação através de algoritmo produzido para esta finalidade.

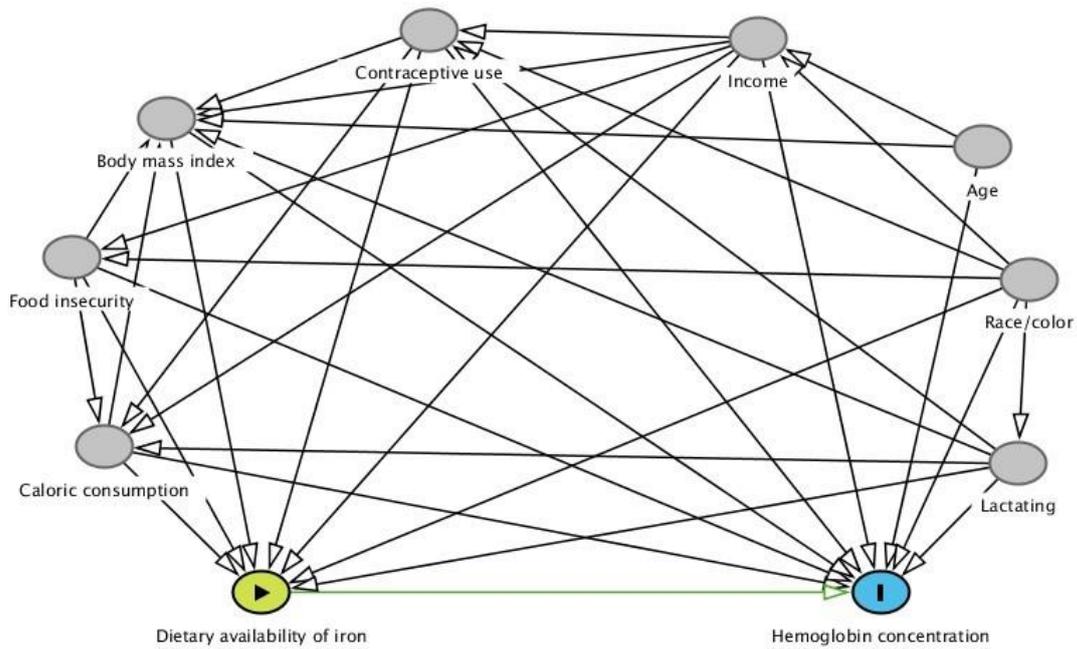


Figura 1. Gráfico acíclico dirigido construído

Esfera com triângulo: variável de exposição; esfera com barra: variável de resultado; esferas cinzas: variáveis de confusão.

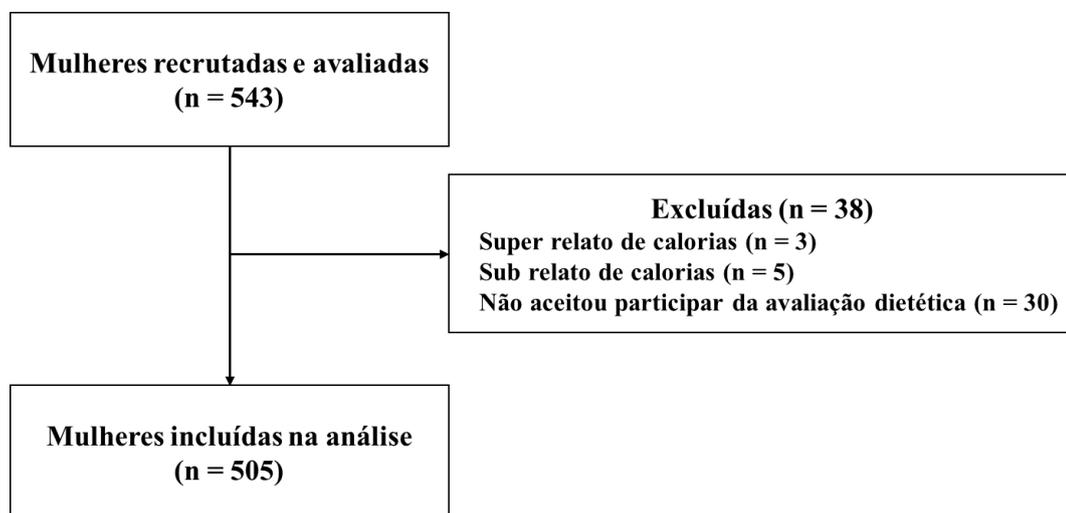


Figura 2. Fluxograma da seleção das participantes.

REFERÊNCIAS

ABIOYE, A. I. et al. Calcium Intake and Iron Status in Human Studies: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Trials and Crossover Studies. **J Nutr**, v. 151, n.5, p. 1084-1101, 2021.

ABU-OUF, N. M; JAN, M. M. The impact of maternal iron deficiency and iron deficiency anemia on child health. **Arábia Med J**, v. 36, n.2, p. 146-149, 2015.

ANDRADE, M. L. S. S. et al. Padrões alimentares de mulheres em idade reprodutiva: realidade na Zona da Mata nordestina. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 15, p. e43552, 2020.

ARAÚJO, C. A. B. **Metabolismo do ferro, novas ferramentas de diagnóstico e terapêutica das patologias associadas**. 2017. 33 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) — Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, 2017.

BAPTISTA, L. L. S. **Prática alimentar e determinantes sociais na anemia em famílias atendidas pela Estratégia Saúde da Família no estado do Maranhão - estudo de base populacional**. 2019. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

BEARD, J. L et al. Iron absorption prediction equations lack agreement and underestimate iron absorption. **J Nutr**, v. 137, n.7, p. 1741-1746, 2007.

BENDICH, A. Calcium supplementation and iron status of females. **Nutrition**, v. 17, n.1, p. 46-51, 2001.

BEZERRA, A. G. N. et al. Anemia e fatores associados em mulheres de idade reprodutiva de um município do Nordeste brasileiro. **Rev. bras. epidemiol.**, v. 21, e180001, 2018.

BORTOLINI, G. A; FISBERG, M. Orientação nutricional do paciente com deficiência de ferro. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter**, v. 32, n.2, p. 105-113, 2010.

BRAGA, J. A. P; VITALLE, M. S. S. Deficiência de ferro na criança. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter**, v. 32, n.2, p. 38-44, 2010.

BRANNON, P. M; TAYLOR, C. L. Suplementação de ferro durante a gravidez e a infância: incertezas e implicações para pesquisas e políticas. **Nutrientes**, v. 9, n.12, p. 1327, 2017.

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa nacional de demografia e saúde da criança e da mulher (PNDS 2006)**: Dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento. Brasília: Ministério da Saúde 2009.
- Building climate resilience for food security and nutrition. Rome, FAO.
- CERAMI C. Iron Nutriture of the Fetus, Neonate, Infant, and Child. **Ann Nutr Metab**, v. 71, n.3, p. 8-14, 2017.
- CHOPARD, M. R. T; MAGALHAES, M.; BRUNIERA, P. Deficiência de ferro no feto e no recém-nascido. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter**, v. 32, n.2, p. 32-37, 2010.
- CLEMENTE, H. A. **Tendência temporal da anemia e seus fatores associados em mulheres em idade reprodutiva do estado de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 154. 2019.
- COLLINGS, R. et al. The absorption of iron from whole diets: A systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 98, p. 65-81, 2013.
- CRAIG, W. J. Iron status of vegetarians. **Am J Clin Nutr**, v. 59, n.5, p. 1233S-1237S, 1994;
- DAINTY, J. R. et al. Estimation of Dietary Iron Bioavailability from Food Iron Intake and Iron Status. **PLoS ONE**, v. 9, n. 10, p. 1- 9, 2014.
- DE CARLI, E. et al. Dietary Iron Bioavailability: Agreement between Estimation Methods and Association with Serum Ferritin Concentrations in Women of Childbearing Age. **Nutrients**, v. 10, n.1, p. 650- 666, 2018.
- DISLER, P. B. et al. The mechanism of the inhibition of iron absorption by tea. **S Afr J Med Sci**, v. 40, n.4, p. 109-16, 1975.
- DOMELLÖF, M. et al. Iron Requirements of Infants and Toddlers. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 58, n.1, p. 119-129, 2014.
- FAO et al. 2018. The State of Food Security and Nutrition in the World 2018.
- FUQUA, B. K; VULPE, C. D; ANDERSON, G. J. Intestinal iron absorption. **J Trace Elem Med Biol**, v. 26, n.2-3, p. 115-119, 2012.
- GIBSON, R. S; RABOY, V; KING, J. C. Implications of phytate in plant-based foods for iron and zinc bioavailability, setting dietary requirements, and formulating programs and policies. **Nutr Rev**, v. 76 n.11, p. 793-804, 2018.

- GROTTO, H. Z. W. Diagnóstico laboratorial da deficiência de ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, n.2, p. 22-28, 2010.
- GROTTO, H. Z. W. Fisiologia e metabolismo do ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, p. 08-17, 2010.
- GROTTO, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos, envolvidos em sua homeostase. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 30, n.5, p. 390-397, 2008.
- GRZESZCZAK, K; KWIATKOWSKI, S; KOSIK-BOGACKA, D. The Role of Fe, Zn, and Cu in Pregnancy. **Biomolecules**, v. 10, n.8, p.1176, 2020.
- HAIDER, L. M. et al. The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 58, n.8, p. 1359-1374, 2018.
- HALLBERG, L. et al. Calcium and iron absorption: mechanism of action and nutritional importance. **Eur J Clin Nutr**, v. 46, n.5, p. 317-27, 1992.
- HALLBERG, L. et al. Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans. **Am J Clin Nutr**, v. 53, n.1, p. 112-9, 1991.
- HALLBERG, L.; HULTHEN, L. Prediction of dietary iron absorption: An algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 1147-1160, 2000.
- HALLBERG, L; BRUNE, M; ROSSANDER, L. Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. **Am J Clin Nutr**, v. 49, n.1, p. 140-4, 1989.
- HUNT, J. R. Dietary and physiological factors that affect the absorption and bioavailability of iron. **Int J Vitam Nutr Res**, v. 75, n.6, p. 375-84, 2005.
- HURRELL, R.; EGLI, I. Iron bioavailability and dietary reference values. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n.1, p. 1461- 1467, 2010.
- HURRELL, R; EGLI, I. Iron bioavailability and dietary reference values. **Am J Clin Nutr**, v. 91, n.5, p. 1461S-1467S, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aglomerados subnormais 2019: classificação preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à COVID-19**. Rio de Janeiro: RJ. 2020.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference intakes for vitamin A, vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc.** Washington: The National Academy Press, 2001, 800p.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes: applications in dietary planning.** Washington (DC): The National Academy Press, 2003, 20p.

LIMA, A. A. **Disponibilidade do ferro da alimentação escolar dos Centros Municipais de Educação Infantil de Maceió-AL.** 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

LOPÉZ, M. A. A; MARTOS, F. C. Iron availability: An updated review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 55, n.8, p. 597-606, 2004.

LYNCH, S. R; COOK, J. D. Interaction of vitamin C and iron. **Ann N Y Acad Sci**, v. 355, p.32-44, 1980.

MACEIÓ. Secretaria Municipal de Habitação Popular e Saneamento-SMHPS. **PLHIS – MACEIÓ: plano local de habitação de interesse social de Maceió /** Secretaria Municipal de Habitação Popular e Saneamento. Maceió: Secretaria Municipal de Habitação Popular e Saneamento, 2013.

MACHADO, I. E. et al. Prevalência de anemia em adultos e idosos brasileiros. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, n.2, p. E190008, 2019.

MCARDLE, H. J; GAMBLING, L; KENNEDY, C. Iron Deficiency during Pregnancy: the Consequences for Placental Function and Fetal Outcome. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 73, n.1, p. 9–15, 2014.

MENDONÇA, C. R. O. **Anemia por deficiência de ferro em idosos: uma revisão.** 2018. 55 fl. Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia, (Bacharelado em Farmácia) — Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2018.

MILMAN, N. T. A Review of Nutrients and Compounds, Which Promote or Inhibit Intestinal Iron Absorption: Making a Platform for Dietary Measures That Can Reduce Iron Uptake in Patients with Genetic Haemochromatosis. **J Nutr Metab**, v. 2020, p. 7373498, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Programa Nacional de Suplementação de Ferro: manual de condutas gerais.** Brasília: MS, 2013. 24 p.

- MIRANDA, A. A. M. **Estudo epidemiológico do consumo de café, sua contribuição na ingestão de polifenóis e seus potenciais efeitos em fatores de risco cardiovascular, considerando variações genéticas individuais.** 2017. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- MONSEN et al. Estimation of available dietary iron. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 31, p. 134-141, 1978.
- MONSEN, E. R. Iron nutrition and absorption: dietary factors which impact iron bioavailability. **J Am Diet Assoc**, v. 88, n.7, p. 786-90, 1988.
- MONSEN, E. R. et al. Estimation of available dietary iron. **Am J Clin Nutr**, v. 31, n.1, p.134-41, 1978.
- MONSEN, E. R.; BALINTFY, J. L. Calculating dietary iron bioavailability: refinement and computerization. **Journal of American Dietetic Association**, v. 80, n. 4, p. 307-311, 1982.
- MONTENEGRO, C. A. B.; DOS SANTOS, F. C.; DE REZENDE-FILHO, J. Anemia e gravidez. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 14, n. 2, 2015.
- MORAES, L. J. R. et al. Prevalência de anemia associada a parasitoses intestinais no território brasileiro: uma revisão sistemática. **Rev Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v. 10, e201900098, 2019.
- NETO, F. A. R. S; VASCONCELOS, J. F. O FERRO E SEU METABOLISMO: PRINCIPAIS ASPECTOS SOBRE SUAS PROPRIEDADES. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v. 19, n.1, 2021.
- NUNES, M. P. **Metabolismo do ferro e o impacto da anemia ferropriva à saúde humana.** 2018. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- NUNES, M. P. **Metabolismo do ferro e o impacto da anemia ferropriva à saúde humana.** 2018. 62 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- PAWLAK, R; BERGER, J; HINES, I. Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature. **Am J Lifestyle Med**, v. 12, n.6, p. 486-498, 2016.

- REDDY, M. B; HURRELL, R. F; COOK, J. D. Meat consumption in a varied diet marginally influences nonheme iron absorption in normal individuals. **J Nutr**, v. 136, n.3, p. 576-81, 2006.
- REDDY, M. J. Algorithms to assess non-heme iron bioavailability. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 75, n. 6, p. 405 - 412, 2005.
- REDDY, M.B.; HURRELL, R.F.; COOK, J.D. Estimation of nonheme-iron bioavailability from meal composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 937-943, 2000.
- RICKARD, A. P. et al. An algorithm to assess intestinal iron availability for use in dietary surveys. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n.1, p. 1678-1685, 2009.
- ROCHA, E. M. B. et al. Anemia por deficiência de ferro e sua relação com a vulnerabilidade socioeconômica. **Rev. paul. Pediatr**, São Paulo, v. 38, e2019031, 2020.
- RODRIGUES, L. P; JORGE, S. R. P. F. Deficiência de ferro na gestação, parto e puerpério. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter.**, v. 32, n.2, p. 53-56, 2010.
- RODRIGUES, L. P; JORGE, S. R. P. F. Deficiência de ferro na mulher adulta. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia.**, v. 32, n.2, p. 49-52, 2010.
- SATO A. P. S. et al. Consumo alimentar e ingestão de ferro de gestantes e mulheres em idade reprodutiva. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**. 2010.
- SILVA NETO, L. G. R. et al. Effects of iron supplementation versus dietary iron on the nutritional iron status: Systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 16, p. 2553-2561, 2018.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. Departamentos de Nutrologia e Hematologia. **CONSENSO SOBRE ANEMIA FERROPRIVA: ATUALIZAÇÃO: DESTAQUES 2021**, SBP, 2021, 7p.
- SOUZA, M. L. A. et al. Políticas Públicas para o Controle da Anemia Ferropriva no Brasil. **Thieme**, Rio de Janeiro, 2020.
- TEUCHER, B; OLIVARES, M; CORI, H. Enhancers of iron absorption: ascorbic acid and other organic acids. **Int J Vitam Nutr Res**, v. 74, n.6, p. 403-19, 2004.

- TSENG, M. et al. Adjustment of Iron Intake for Dietary Enhancers and Inhibitors in Population Studies: Bioavailable Iron in Rural and Urban Residing Russian Women e Children. **Journal of Nutrition**, v. 127, p. 1456-1468, 1997.
- WANG, Y. et al. Iron Metabolism and Brain Development in Premature Infants. **Frontiers in physiology**, v. 10, 463, 2019.
- WIENK, K. J; MARX J. J; BEYNEN A. C. The concept of iron bioavailability and its assessment. **Eur J Nutr**, v. 38, n.2, p. 51-75, 1999.
- World Health Organization (WHO). Prevalence of anaemia in women: Prevalence of anaemia in non-pregnant women. 2016.
- World Health Organization (WHO). Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005: WHO global database on anaemia. Geneva: WHO 2008.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nutritional anaemias**: tools for effective prevention and control. Geneva: World Health Organization; 2017, 83p.
- WU, W. et al. Food protein-derived iron-chelating peptides: The binding mode and promotive effects of iron bioavailability. **Food Res Int**, v. 131 p. 108976, 2020.
- ZIJP, I. M; KORVER, O; TIJBURG, L. B. Effect of tea and other dietary factors on iron absorption. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 40, n.5, p. 371-98, 2000.