



UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAÍBA
CAMPUS MINISTRO REIS VELLOSO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MEDICINA

JOYCE LUANA SILVA MORAES

**ANEMIA FERROPRIVA E SEU IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Parnaíba- PI

2025

JOYCE LUANA SILVA MORAES

**ANEMIA FERROPRIVA E SEU IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
Medicina da Universidade Federal do Delta do Parnaíba
como pré-requisito para obtenção do título de graduação
em Bacharelado em Medicina

Orientadora: Profa. Esp. Laise Cajubá Almeida Britto

Coorientador: Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva
Albuquerque

Parnaíba- PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Delta do Parnaíba

C331c Moraes, Joyce Luana Silva
Anemia ferropriva e seu impacto no desenvolvimento infantil: uma
revisão de literatura [recurso eletrônico] / Joyce Luana Silva Moraes. –
2025.
46 f.
TCC (Bacharelado em Medicina) – Universidade Federal do Delta
do Parnaíba, 2025.
Orientação: Prof^o. Laise Cajubá Almeida Britto.
1. Anemia ferropriva. 2. Deficiência de ferro. 3. Desenvolvimento
infantil. I. Título.

CDD: 616.4

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao segundo dia do mês de julho de dois mil e vinte cinco, às dezesseis horas, em sessão pública na sala duzentos e setenta e nove da UFDPAr, na presença da Banca Examinadora presidida pela professora Esp. Laise Cajubá Almeida Britto e composta pelos examinadores: (1) Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque (Coorientador), 2) Profa. Esp. Ana Paula Rodrigues de Oliveira, e 3) Profa. Dra. Karina Rodrigues dos Santos, a aluna JOYCE LUANA SILVA MORAES apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Medicina da UFDPAr-CMRV intitulado ANEMIA FERROPRIVA E SEU IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA como requisito curricular indispensável à integralização do curso. A Banca Examinadora após reunião em sessão reservada deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido Trabalho de Conclusão de Curso, divulgando o resultado formalmente a aluna e aos demais presentes, e eu na qualidade de presidente da Banca lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pela aluna orientada.

Laise Cajubá Almeida Britto

Profa. Esp. Laise Cajubá Almeida Britto

Orientadora

Presidente da Banca

Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Coorientador - Examinador 1

Ana Paula Rodrigues de Oliveira

Profa. Esp. Ana Paula Rodrigues de Oliveira

Examinadora 2

Karina R. dos Santos

Profa. Dra. Karina Rodrigues dos Santos

Examinadora 3

Joyce Luana Silva Moraes

JOYCE LUANA SILVA MORAES

Orientanda

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente à Deus, por ser essencial em minha vida e fonte de toda fortaleza. Dedico também a minha família, amigos e a todas as pessoas que sempre apoiaram a minha caminhada na graduação.

“Cada qual sabe amar a seu modo; o modo, pouco importa; o essencial é que saiba amar”- Machado de Assis, 1872

AGRADECIMENTOS

Gostaria de, inicialmente, agradecer aos meus pais, Claudia e Sergio, pelo apoio, amor e dedicação incondicional. Também por sempre acreditarem e viverem meus sonhos junto comigo.

Agradeço também ao meu irmão Pedro Henrique, minha tia Edina e meus padrinhos Claudiana e Ronaldo que sempre estiveram ao meu lado em todas as minhas decisões.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos e colegas de curso, Milena e William, que foram essenciais durante esses anos de graduação, fazendo com que a vivência fosse mais leve e feliz. E também aos meus amigos Daina e Henrique, pelo apoio e a compreensão de sempre.

Por fim, agradeço aos meus professores, do infantil à graduação, cada um foi parte essencial para a minha trajetória e formação. Em especial, a minha orientadora Laise Cajubá, pelo cuidado, carinho e dedicação.

Obrigada a todos!

RESUMO

Este trabalho analisa os impactos da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil. Trata-se de uma revisão integrativa de literatura que tem como objetivo discutir a relação da anemia ferropriva durante a gestação e os distúrbios do desenvolvimento em crianças, além de apontar a necessidade de ferro no processo do desenvolvimento na infância e ilustrar as consequências de anemia ferropriva na formação das crianças. A pesquisa foi realizada nas bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde, MEDLINE, LILACS e Periódico CAPES, resultando na seleção de 33 artigos relevantes. Os estudos analisados indicam que o ferro desempenha funções essenciais para o desenvolvimento adequado desde a vida intrauterina até os primeiros anos de vida. A deficiência desse micronutriente durante a gestação compromete a organogênese do pulmão e coração. Também está associada a prejuízos no neurodesenvolvimento, pois faz parte da formação da bainha de mielina dos neurônios e está associada a ação dos neurotransmissores. É igualmente importante na resposta imunológica infantil, podendo a carência estar associada a uma maior prevalência de alergias. Diante de sua relevância, o organismo apresenta mecanismos complexos de regulação da homeostase do ferro, reforçando sua importância fisiológica. Conclui-se que a anemia ferropriva, especialmente quando presente no período gestacional, está associada a malformações congênitas e na infância ao aumento do risco de falhas no desenvolvimento neuropsicomotor, de linguagem e de respostas, além de alterações cognitivas e imunológicas.

Palavras-chave: Anemia ferropriva; Desenvolvimento infantil; Deficiência de ferro.

ABSTRACT

This study analyzes the impacts of iron deficiency anemia on child development. It is an integrative literature review that aims to discuss the relationship between iron deficiency anemia during pregnancy and developmental disorders in children, as well as to highlight the need for iron in the developmental process during childhood and to illustrate the consequences of iron deficiency anemia on child development. The research was conducted in the databases of the Virtual Health Library, MEDLINE, LILACS, and CAPES Journals, resulting in the selection of 33 relevant articles. The analyzed studies indicate that iron plays essential roles in proper development from intrauterine life to the first years of life. The deficiency of this micronutrient during pregnancy compromises the organogenesis of the lungs and heart. It is also associated with impairments in neurodevelopment, as it is part of the formation of the neuronal myelin sheath and is involved in neurotransmitter function. It is equally important in the child's immune response, with deficiency potentially being associated with a higher prevalence of allergies. Given its relevance, the body has developed complex mechanisms for regulating iron homeostasis, reinforcing its physiological importance. It is concluded that iron deficiency anemia, especially when present during pregnancy, is associated with congenital malformations and, in childhood, with an increased risk of neuropsychomotor developmental delays, language and response impairments, as well as cognitive and immunological alterations.

Keywords: Iron deficiency anemia; Child development; Iron deficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Artigos incluídos na revisão

Figura 2 - Representação da hemoglobina

Figura 3 - Esquema de suplementação conforme o MS

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Metodologia dos artigos selecionados na revisão

Quadro 2- Divisão dos artigos incluídos por temáticas centrais

Quadro 3- Principais resultados dos artigos selecionados no estudo

Quadro 4- Diagnóstico laboratorial da anemia ferropriva e suas fases clínicas

Quadro 5- Profilaxia de ferro de acordo com a SBP

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP- Adenosina trifosfato

VCM- Volume corpuscular médio

HCM- Hemoglobina corpuscular média

OMS- Organização Mundial de Saúde

SBP- Sociedade Brasileira de Pediatria

MS- Ministério da Saúde

TEA- Transtorno do espectro autista

TDAH- Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. METODOLOGIA	13
3. RESULTADOS.....	15
4. DISCUSSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

Em primeiro lugar, é importante esclarecer que o termo desenvolvimento é utilizado para abranger aspectos ligados a evolução do ser humano, entre eles podem ser citados a linguagem, as habilidades motoras, a cognição e outros (Silva *et al.*, 2022). Esse conceito foi explicado também por Rappaport (1981, p.1) no contexto da saúde, ao explicar que “O conceito de desenvolvimento é amplo e refere-se a uma transformação complexa, contínua, dinâmica e progressiva, que inclui, além do crescimento, maturação, aprendizagem e aspectos psíquicos e sociais”.

Nesse sentido, é necessário ressaltar que a infância é o momento da vida onde ocorrem inúmeras transformações, que estão diretamente ligadas à formação de indivíduos adultos capazes de levar ao crescimento da sociedade. Com isso, o desenvolvimento, em todas as suas esferas, é de extrema importância, principalmente, nessa fase inicial da vida, em que a criança se desenvolve nos aspectos de linguagem, de relações sociais e de aprendizado.

Portanto, a infância se torna um período muito sensível às adversidades impostas pelo ambiente em que esse ser está exposto. E assim, a situação nutricional, as deficiências de minerais, os comportamentos das pessoas de convivência próxima, situações de violência e quadros patológicos podem ter influência nas mudanças do padrão do desenvolvimento.

A anemia, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016), representa a condição na qual a concentração sanguínea de hemoglobina se encontra abaixo dos valores esperados, tornando-se insuficiente para atender as necessidades fisiológicas exigidas pelo corpo. Nesse contexto, destaca-se a existência de diferentes tipos de anemia, como por exemplo anemia megaloblástica, anemia de doença crônica, anemias hemolíticas e outras, podendo ser diferenciadas uma das outras pelo mecanismo etiológico (Zago *et al.*, 2013).

Entre os diversos tipos de anemia se ressaltam a carência de ferro, já que tal mineral faz parte do grupo heme que integra a hemoglobina e desempenha papel crucial no transporte de oxigênio para todos os tecidos do corpo e no metabolismo energético. Ele também exerce ações essenciais para o funcionamento do organismo, como a manutenção do sistema imunológico, processos anti-infecciosos e oxidativos e a síntese protéica (Koleini *et al.*, 2021).

Nesta perspectiva, o ferro tem atribuição central na função cerebral, sendo cofator na síntese dos neurotransmissores (dopamina e serotonina), bem como na produção de ATP e mielinização (McWilliams *et al.*, 2022). Dessa maneira, esse quadro de deficiência do mineral

pode levar a anemia ferropriva e a inúmeras consequências, como a diminuição da capacidade de trabalho, astenia, distúrbio psicomotor e diminuição de linfócitos T (Fisberg *et al.*, 2018).

Portanto, é fundamental salientar que a deficiência de ferro é, de acordo com a OMS (2011), a deficiência de micronutrientes mais comum e a mais difundida no mundo, sendo particularmente prevalente em mulheres grávidas, bebês e crianças pequenas. A mesma organização ainda estima que cerca de 273 milhões de crianças menores de cinco anos eram anêmicas no mundo em 2011, entre as quais em torno de 50% sofriam da deficiência de ferro.

No Brasil, a Sociedade Brasileira de Pediatria considera a anemia ferropriva como uma urgência médica, com base na alta prevalência da doença no país e devido a importância do ferro no neurodesenvolvimento infantil. Além do mais, a infância é uma época em que, para apoiar o rápido crescimento físico, desenvolvimento cerebral e capacidade de aprendizagem, os tecidos corporais necessitam de um grande aporte sanguíneo e por consequência de ferro para atender suas demandas. Assim, a presença de anemia ferropriva pode ser um fator de modificação do padrão de desenvolvimento das crianças, tanto no período pós-natal quanto durante a gestação, já que esses dois momentos se destacam por terem mudanças rápidas e por ser comum o aparecimento da enfermidade.

O conhecimento do quadro clínico da anemia é de suma importância para o diagnóstico e o tratamento precoce, evitando maiores consequências. Dessa forma, sinais e sintomas como, palidez de mucosas, fadiga, cansaço, anorexia e irritabilidade, podem ser associados a quadros mais leves ou iniciais de anemia. Por outro lado, glossite, estomatite angular, unhas quebradiças e pagofagia podem estar presentes com o avanço da carência nutricional de ferro (Fisberg *et al.*, 2018).

Diante do exposto, faz-se necessário falar também de outras possíveis causas de anemia que podem ser encontradas, principalmente, em crianças menores. A primeira delas, é a anemia fisiológica que acontece devido a mudança da hemoglobina fetal para a hemoglobina A, que é o principal tipo presente no adulto. No entanto, o ferro presente nas hemoglobinas degradadas nesse processo permanece armazenadas no corpo, não ocorrendo assim uma deficiência verdadeira do nutriente.

Outro diagnóstico diferencial é a anemia da prematuridade, que como o próprio nome diz, pode ocorrer em crianças pré-termo (<37 semanas de idade gestacional). Essa etiologia é semelhante a anemia fisiológica, já que também está relacionada a mudança na hemoglobina, porém com o fator agravante da idade gestacional e do baixo peso ao nascer.

Portanto, o ponto crucial é o reconhecimento dos fatores de risco para o desenvolvimento da carência desse mineral. Logo, isso contribui para um diagnóstico precoce

e ajuda a prevenir as consequências no crescimento das crianças. Dentre estes fatores estão, baixas reservas maternas, clameamento do cordão umbilical antes de um minuto de vida, consumo de leite de vaca antes de 1 ano de vida, dietas com baixa disponibilidade de ferro, perdas sanguíneas e síndromes de má absorção, entre outros (Weffort *et al.*, 2021).

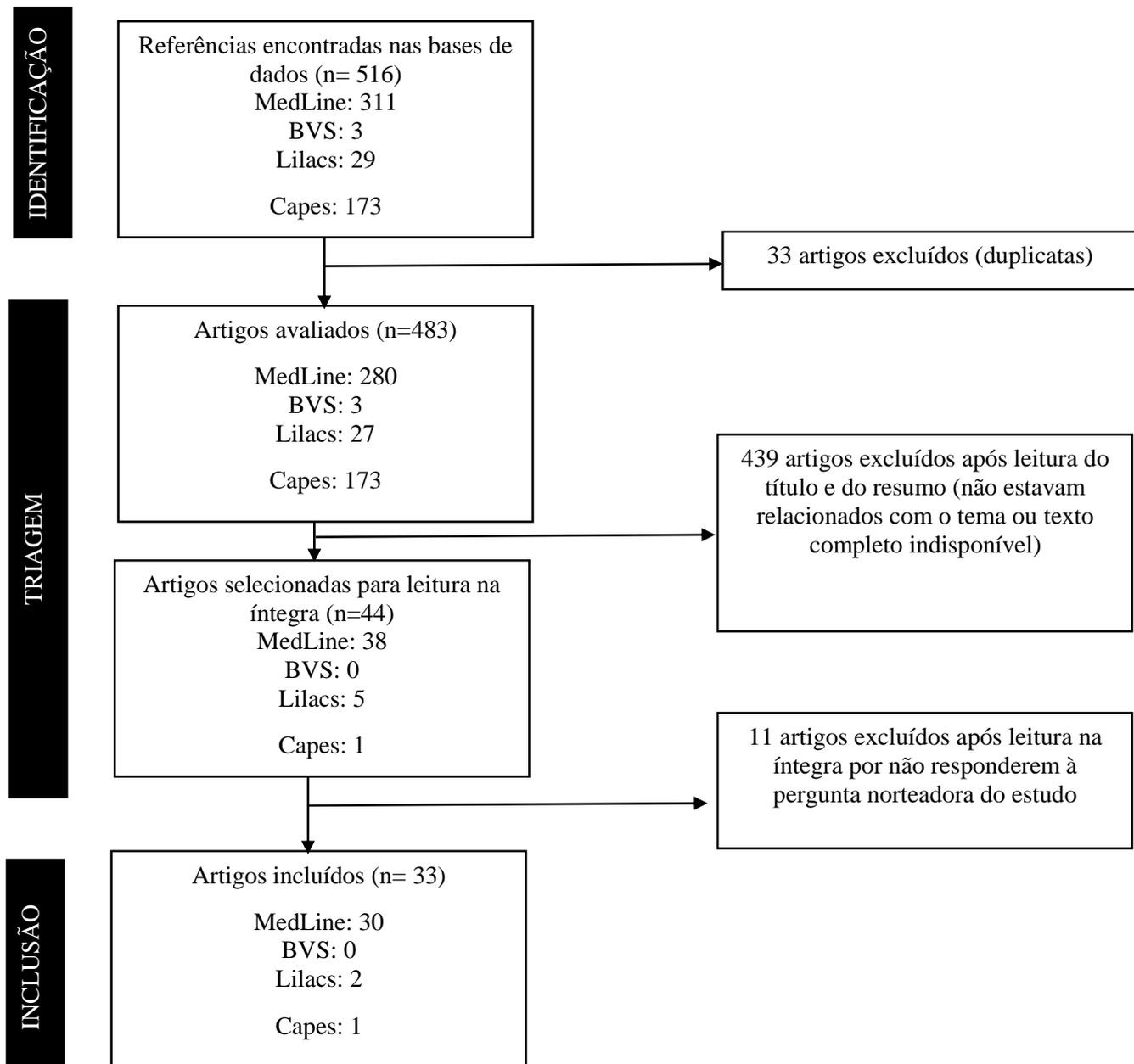
Dessa forma, esse trabalho busca apresentar se a anemia ferropriva tem o potencial de causar mudanças efetivas no desenvolvimento das crianças e quais são as consequências para a formação desses indivíduos.

Por fim, é fundamental dizer que esse trabalho se trata de uma revisão integrativa de literatura, tendo como pergunta problema “a anemia ferropriva tem o potencial de prejudicar o desenvolvimento das crianças?”. Tem como objetivo geral: Analisar o impacto da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil; e como objetivos específicos: i) Discutir a relação da anemia ferropriva durante a gestação e distúrbio do desenvolvimento em crianças; ii) apontar a necessidade de ferro no processo de desenvolvimento na infância e; iii) ilustrar as consequências da anemia ferropriva na formação das crianças.

2. METODOLOGIA

Na construção desse estudo foram buscados trabalhos experimentais e teóricos sobre a temática do impacto da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil. A coleta de dados foi realizada no período de novembro de 2023 a dezembro de 2024. Para isso, foram utilizadas as bases de dados da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), MEDLINE, LILACS e Periódico CAPES. Além disso, foi realizada uma busca sistemática através dos descritores: anemia ferropriva, infância, deficiência de ferro e desenvolvimento, combinados dois a dois pelo operador booleano AND.

Como critérios de inclusão estão: texto completo disponível, publicação entre os anos de 2018 e 2023 (últimos 5 anos), estar escrito nos idiomas português ou inglês e responder à pergunta norteadora do estudo. Por outro lado, os critérios de exclusão escolhidos são: texto completo não disponível, não estar dentro do período temporal determinado, não ter sido escrito nas duas línguas escolhidas e não tratar da temática central da pesquisa. Dessa forma, foram obtidos 516 trabalhos e, após retirar os que não atendiam aos critérios de inclusão, os duplicados e os que não tratavam do impacto dessa anemia no desenvolvimento das crianças, foram selecionados 44 artigos para a leitura na íntegra. Após essa análise, mais 11 artigos foram excluídos por não responderem à pergunta norteadora do estudo. Assim, no total 33 artigos foram incluídos na pesquisa, como mostra a figura 1.

Figura 1- Artigos incluídos na revisão

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Em segunda análise, os estudos foram separados em subgrupos de acordo com a temática principal, a saber: associação entre a anemia por deficiência de ferro e outras doenças (T1); efeitos da deficiência de ferro durante a gestação no desenvolvimento fetal e das crianças nos primeiros dias de vida (T2); efeitos da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil (T3) e; Prevenção da anemia por deficiência de ferro (T4). Depois desta etapa, foram divididos de acordo com a metodologia para facilitar a organização dos resultados e a visualização da importância metodológica.

3. RESULTADOS

Com base na metodologia utilizada, foram selecionados 33 artigos, sendo 15 revisões, sendo 4 revisões sistemáticas e destas 2 com meta-análise, 10 estudos de coorte, 3 de caso-controle e 5 ensaios clínicos, como demonstrado no quadro 1. Em relação a temática abordada, 3 faziam associação entre a anemia e outras patologias (T1), 9 falavam sobre os efeitos da deficiência de ferro durante a gestação no desenvolvimento fetal e das crianças nos primeiros dias de vida (T2), 18 versavam sobre os efeitos da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil (T3) e 3 sobre a prevenção da anemia por deficiência de ferro (T4), como está exposto no quadro 2.

Quadro 1 - Metodologia dos artigos selecionados na revisão

Metodologia	Número de artigos
Revisão de literatura	15 artigos
Coorte	10 artigos
Caso-controle	3 artigos
Randomizado	5 artigos
Total	33 artigos

Fonte: Elaborada pela autora

Quadro 2 - Divisão dos artigos incluídos por temáticas centrais

Tema principal	Número de estudos
Associação entre a anemia por deficiência de ferro e outras doenças (T1)	3
Efeitos da deficiência de ferro durante a gestação no desenvolvimento fetal e das crianças nos primeiros dias de vida (T2)	9
Efeitos da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil (T3)	18
Prevenção da anemia por deficiência de ferro (T4)	3

Fonte: Elaborada pela autora

Com base no fluxograma metodológico, a seleção final foi organizada e sistematizada conforme o quadro 3, com os respectivos títulos, ano de publicação, metodologia, temática central e principais resultados.

Quadro 3 - Principais resultados dos artigos selecionados no estudo

Título	Ano de publicação	Metodologia	Temática central	Principais resultados
Effects of iron supplementation of low-birth-weight infants on cognition and behavior at 7 years: a randomized controlled trial	2017	Ensaio clínico randomizado	T3	Sugere que a suplementação de ferro pode ter efeitos duradouros nas funções comportamentais

Iron status, body size, and growth in the first 2 years of life	2017	Coorte	T3	Observamos associações positivas entre altura aos 2 anos e ganho de comprimento nos primeiros 2 anos e concentrações de hemoglobina aos 2 anos, antes de contabilizar o nível de ferro ao nascer.
Auditory brainstem response in full-term neonates born to mothers with iron deficiency anemia: relation to disease severity	2018	Coorte	T2	Os resultados do PEATE estão intimamente relacionados com a gravidade do nível de ferro materno e neonatal.
Changes in growth, anaemia, and iron deficiency among children aged 6–23 months in two districts in Nepal that were part of the post-pilot scale-up of an integrated infant and young child feeding and micronutrient powder intervention	2018	Coorte	T3	Foi demonstrado que a anemia por deficiência de ferro prejudica o desenvolvimento infantil, particularmente o desenvolvimento motor de bebês e crianças pequenas, e também tem consequências negativas para a cognição e a escolaridade à medida que as crianças envelhecem.
Iron deficiency anaemia: experiences and challenges	2018	Revisão de literatura	T4	Mesmo a deficiência leve de ferro parece prejudicar o desenvolvimento intelectual em crianças pequenas e está reduzindo os quocientes de inteligência nacionais
Associação entre a presença de anemia ferropriva com variáveis socioeconômicas e rendimento escolar	2018	Coorte	T3	Uma prevalência moderada de anemia ferropriva foi encontrada nas crianças com idade entre seis e oito anos, entretanto, não foi observada uma associação significativa entre a anemia ferropriva com variáveis socioeconômicas e o rendimento escolar.
The effect of universal maternal antenatal iron supplementation on neurodevelopment in offspring: a systematic review and meta-analysis	2018	Revisão sistemática com metanálise	T2	O objetivo principal desta revisão sistemática foi determinar se a suplementação pré-natal de ferro proporcionou algum benefício no desenvolvimento neurológico da prole. Nossa conclusão é que qualquer efeito da suplementação rotineira de ferro por si só provavelmente será muito pequeno.
Approaches for Reducing the Risk of Early-Life Iron Deficiency-Induced	2018	Revisão de literatura	T3	A deficiência de ferro na infância é comum e pode afetar negativamente o desenvolvimento cerebral das crianças.

Brain Dysfunction in Children				
Infant Development at the Age of 6 Months in Relation to Feeding Practices, Iron Status, and Growth in a Peri-Urban Community of South Africa	2018	Ensaio clínico randomizado	T3	A anemia foi prevalente em 36,4% dos lactentes. A prevalência de deficiência de ferro e anemia ferropriva foi de 16,1% e 10,5%, respectivamente. O nanismo foi prevalente em 28,5% dos lactentes.
Timing, duration, and severity of iron deficiency in early development and motor outcomes at 9 months	2018	Coorte	T3	Os resultados da integridade neurológica do INFANIB também sugeriram diferenças mínimas entre os grupos de status de ferro, exceto para espasticidade na deficiência de ferro fetal-neonatal, e esses resultados são difíceis de interpretar, pois sugerem um tônus mais normal na deficiência fetal-neonatal.
Effect of Infant Iron Deficiency on Children's Verbal Abilities: The Roles of Child Affect and Parent Unresponsiveness	2019	Revisão de literatura	T3	Os resultados apoiam processos de isolamento funcional resultantes de uma deficiência nutricional, com bebês anêmicos com deficiência de ferro a apresentar tendências afetivas e comportamentais que limitam a prestação de cuidados estimulante do desenvolvimento, o que, por sua vez, prejudica as capacidades verbais das crianças.
Iron Deficiency, Cognitive Functions, and Neurobehavioral Disorders in Children	2019	Revisão de literatura	T3	A pesquisa mostrou que a deficiência de ferro é uma comorbidade frequente no transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) e no transtorno do espectro do autismo.
A systematic literature review of the relation between iron status/anemia in pregnancy and offspring neurodevelopment	2019	Revisão sistemática	T2	Concluimos que há algumas evidências de que o baixo teor de ferro na gravidez, possivelmente principalmente no terceiro trimestre, pode estar associado ao desenvolvimento neurológico adverso da prole.
Chronic Energy Depletion due to Iron Deficiency Impairs Dendritic Mitochondrial Motility during Hippocampal Neuron Development	2019	Ensaio clínico	T3	Demonstrou que a restrição crônica do acesso neuronal ao ferro cria um estado hipometabólico, prejudicando o consumo de oxigênio mitocondrial e reduzindo os níveis

				intracelulares de ATP em 11 neurônios do hipocampo
The Role of Iron in Brain Development: A Systematic Review	2020	Revisão sistemática	T3	Dados os papéis estabelecidos do ferro nos processos de neurodesenvolvimento, é provável que o DI ou o IDA tenham impacto no desenvolvimento cognitivo, especialmente se ocorrer no útero ou na primeira infância
Iron Homeostasis Disruption and Oxidative Stress in Preterm Newborns	2020	Revisão de literatura	T2	Mostram alterações neurológicas em recém nascidos pré-termos com anemia
Iron deficiency in pregnancy	2020	Revisão de literatura	T2	Descreve consequências neurocognitivas e de saúde mental da deficiência de ferro fetal
Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia: Implications and Impact in Pregnancy, Fetal Development, and Early Childhood Parameters	2020	Caso-controle	T2	A deficiência de ferro leva à hipertrofia da placenta, e a anemia ferropriva materna grave parece aumentar os riscos de parto prematuro, baixo peso ao nascer e morte infantil.
Early-Life Iron Deficiency Anemia Programs the Hippocampal Epigenomic Landscape	2021	Revisão de literatura	T2	Foi verificado que um importante mecanismo epigenético, a metilação das histonas, é profundamente alterada pela deficiência de ferro. Além disso, foi identificado que indivíduos com deficiência de ferro durante a infância apresentam anormalidades neurocognitivas e neuropsiquiátricas de longa duração
Association of Iron Supplementation Programs with Iron-Deficiency Anemia Outcomes among Children in Brazil	2021	Coorte	T3	Os resultados demonstraram efeitos significativos dos programas do governo federal na redução das internações e no tempo de internação como consequência da anemia ferropriva.
Prevention of iron deficiency anemia in infants and toddlers	2021	Revisão de literatura	T4	Associa a deficiência de ferro a efeitos negativos no neurodesenvolvimento.
Investigating the Links between Lower Iron Status in Pregnancy and Respiratory Disease in Offspring Using Murine Models	2021	Ensaio clínico	T1	Demonstram que uma menor ingestão de ferro na dieta e deficiência sistêmica durante a gravidez podem levar a alterações fisiológicas, imunológicas e anatômicas nos pulmões e vias aéreas dos filhos, o que

				predispõe a uma maior suscetibilidade a doenças respiratórias.
Association of Iron-Deficiency Anemia and Non-Iron-Deficiency Anemia with Neurobehavioral Development in Children Aged 6–24 Months	2021	Caso-controle	T3	Tanto a anemia ferropriva quanto a anemia não ferropriva foram negativamente correlacionadas com o desenvolvimento neurocomportamental das crianças. Correlações negativas foram encontradas entre anemia ferropriva e desenvolvimento motor grosso e adaptabilidade e entre anemia não ferropriva e desenvolvimento motor grosso e movimento fino.
Vaccine efficacy and iron deficiency: an intertwined pair?	2021	Revisão de literatura	T1	Destacamos evidências que mostram que a deficiência de ferro limita a imunidade adaptativa e as respostas às vacinas, representando uma desvantagem adicional subestimada para populações com deficiência de ferro.
Calcium, fiber, iron, and sodium intake in adolescents with intellectual and developmental disabilities and overweight and obesity	2021	Coorte	T3	O rápido crescimento físico durante a adolescência aumenta o volume sanguíneo, o que aumenta as necessidades de ferro para transporte e armazenamento de oxigênio. A ingestão inadequada crônica de ferro na dieta pode causar deficiência de ferro, o que pode levar à fadiga, comprometimento do desenvolvimento cognitivo e baixo desempenho escolar em adolescentes
Ironing out mechanisms of iron homeostasis and disorders of iron deficiency	2021	Revisão de literatura	T4	A deficiência de ferro deve ser corrigida para melhorar os sintomas dos pacientes adultos e facilitar o crescimento normal durante o desenvolvimento fetal e a infância.
Maternal iron deficiency perturbs embryonic cardiovascular development in mice	2021	Ensaio clínico	T2	Mostram que a deficiência de ferro materna aumenta a gravidade de defeitos cardíacos e craniofaciais em uma espécie de rato com síndrome de Down
Iron status predicts cognitive test performance of primary	2021	Coorte	T3	O estado do ferro, especialmente os níveis de hemoglobina, correlacionou-se com o

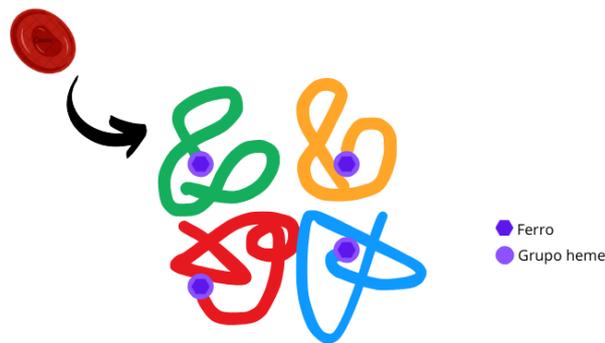
school children from Kumasi, Ghana				desempenho cognitivo de crianças em idade escolar na metrópole
Behavioral consequences at 5 y of neonatal iron deficiency in a low-risk maternal–infant cohort	2021	Coorte	T3	Demonstram consequências comportamentais duradouras da deficiência de ferro neonatal em crianças de alto risco da nossa coorte materno-infantil geralmente saudável e de baixo risco
Maternal Iron Status in Pregnancy and Child Health Outcomes after Birth: A Systematic Review and Meta-Analysis	2021	Revisão sistemática com metanálise	T2	Os resultados de um conjunto muito heterogêneo de estudos podem sugerir efeitos benéficos do nível mais elevado de ferro materno sobre outros resultados, incluindo o neurodesenvolvimento infantil.
Iron deficiency and common neurodevelopmental disorders—A scoping review	2022	Revisão de literatura	T1	A maioria dos estudos identificados na revisão apoiou o papel da deficiência de ferro nos distúrbios do neurodesenvolvimento mais comuns.
Cognitive control inhibition networks in adulthood are impaired by early iron deficiency in infancy	2022	Coorte	T3	Percebeu uma maior vulnerabilidade para o desenvolvimento de disfunções comportamentais no grupo com anemia ferropriva.
Six-Year Follow-up of Childhood Stimulation on Development of Children With and Without Anemia	2023	Caso-controle	T3	Houve uma interação significativa entre os grupos de anemia e a intervenção no QI

Fonte: Elaborada pela autora

4. DISCUSSÃO

É importante evidenciar que o ferro é um mineral essencial para diversas funções no organismo humano, pois faz parte do grupo heme (figura 2) que integra a hemoglobina. Além disso, o ferro exerce ações essenciais para o funcionamento do corpo, como manutenção do sistema imunológico, processos anti-infecciosos e oxidativos e síntese proteica (Koleini *et al.*, 2021). Destaca-se ainda pela atribuição central na função cerebral, pois é um cofator na síntese dos neurotransmissores (dopamina e serotonina), bem como na produção de ATP e mielinização (McWilliams *et al.*, 2022).

Figura 2: Representação da molécula da hemoglobina



Fonte: Elaborada pela autora baseado em Zago (2013, p. 21) (2025).

Diante da sua importância para a saúde humana, o diagnóstico laboratorial é parte essencial para se conhecer os níveis de ferro e fazer o reconhecimento de enfermidades. Todavia, alguns exames laboratoriais devem ser solicitados na investigação da anemia como, hemograma, ferro sérico, ferritina, capacidade total de ligação de ferro, saturação de transferrina e reticulócitos. No hemograma, devem ser observados a hemoglobina e o hematócrito que devem estar baixos para caracterizar a anemia. Mas além disso, o volume corpuscular médio (VCM) e a hemoglobina corpuscular média (HCM) também devem estar abaixo do esperado e, por fim, caracterizar a anemia ferropriva como microcítica e hipocrômica (Weffort *et al.*, 2021).

Contudo, é preciso saber que existem estágios anteriores a patologia que podem também serem identificados através de exames laboratoriais. O quadro 4 trata sobre quais alterações são esperadas em cada um desses momentos.

Quadro 4 - Diagnóstico laboratorial da anemia ferropriva e suas fases clínicas

Fases da anemia	Hemograma	Ferritina	Ferro sérico	Saturação de transferrina	Capacidade total de ligação da transferrina
Depleção de ferro	Normal	< 12µg/L (6-60 meses) < 15 µg/L (5-12 anos)	Normal	Normal	Normal
Deficiência de ferro	Normal	Baixa	< 30 mg/dL	< 15%	Aumentada
Anemia por deficiência de ferro	Hemoglobina < 11g/dL VCM e HCM baixos	Baixa	Baixo	Baixa	Aumentada

Fonte: Adaptado pela autora de Fisberg *et al.* (2018, p.3).

Cerca de dois terços do conteúdo de ferro do organismo se encontram incorporado à hemoglobina (Zago *et al.*, 2013). Assim, essa molécula é a principal forma funcional do mineral e por causa disso, a anemia é a manifestação clínica mais evidente da deficiência de ferro. Tudo isso acontece porque a molécula de hemoglobina é formada por quatro cadeias polipeptídicas e cada uma delas contém um grupo heme e um ferro. Ademais, é fundamental compreender que, por consequência disso, a principal fonte de ferro é a reciclagem das hemácias, já que essas células possuem em sua composição a hemoglobina. Outra fonte dentro do corpo é a mioglobina, presente nos músculos esqueléticos e no coração. Além disso, o corpo pode armazenar esse nutriente na forma de ferritina e hemossiderina (Zago *et al.*, 2013).

Já entre as fontes de ferro na dieta podem ser destacados carnes, ovos e vegetais, como couve, aveia, cevada e feijão (Zago *et al.*, 2013). Porém, essa absorção intestinal é regulada em resposta às mudanças na necessidade do nutriente pelo metabolismo. Dessa maneira, é absorvido a quantidade suficiente para reparar as perdas (Koleini *et al.*, 2021) e evitar os efeitos deletérios de sua carência.

Nesse viés, o duodeno, parte do intestino delgado, é responsável pela absorção do ferro na borda em escova das células epiteliais dos vilos. Com isso, para chegar a circulação sanguínea o mineral precisa ser absorvido e passar pelas membranas apical e basolateral dos enterócitos. Desse modo, após atravessar a primeira etapa, a membrana apical, e entrar nessa célula intestinal, o ferro pode seguir dois caminhos diferentes: ficar armazenado ligado à ferritina ou exportado para a circulação através da ferroportina-1, que está na membrana basolateral dos enterócitos (Zago *et al.*, 2013).

Vale salientar que esse caminho do ferro é controlado, como mencionado, pelas reservas totais do nutriente. Assim, quando há baixos estoques ele segue imediatamente o caminho de exportação para o sangue e é transportado pela transferrina. Em casos em que o estoque está alto, o fígado secreta a hepcidina, proteína que obstrui a saída do ferro dos enterócitos para a circulação e, assim, ele é degradado juntamente com o enterócito após 3 ou 4 dias - vida útil dessas células (Koleine *et al.*, 2021). Diante disso, os níveis de ferro do corpo se mantêm constantes para realizar todas as suas funções.

Outro ponto importante é o reconhecimento da causa da carência do mineral. Assim, a deficiência de ferro pode acontecer por diversos mecanismos, entre eles podem ser destacados, doenças que ocasionam má absorção, como doença celíaca e gastrite atrófica, e perda sanguínea através de refluxo gastrointestinal e esofagite, gastrite, úlceras pépticas, doença inflamatória intestinal e menorragia. É necessário o manejo da causa clínica para corrigir o problema.

O ferro participa de diversas ações do metabolismo, como no transporte de oxigênio para os tecidos, nos processos oxidativos e na imunidade. E por isso, ele tem extrema importância para o desenvolvimento das crianças. E isso ocorre porque a infância é um momento de alta demanda férrica, para apoiar o rápido crescimento físico, desenvolvimento cerebral e capacidade de aprendizagem (Mc Williams et al., 2022).

Dessa forma, a deficiência de ferro durante essa fase pode provocar alterações profundas em diversas áreas do desenvolvimento infantil, afetando não apenas a saúde física, mas também aspectos cognitivos, comportamentais e motores. Alinhado a isso, uma revisão sistemática desenvolvida por McWilliams *et al* (2022), mostrou um impacto da anemia ferropriva no desenvolvimento e na gravidade de doenças do neurodesenvolvimento, como TEA e TDAH.

De acordo com esse estudo, é provável que a deficiência de ferro intrauterina/materna e pós-natal precoce tenha impacto no desenvolvimento das estruturas cerebrais, resultando em déficits neurocognitivos e comportamentais irreversíveis como o ponto final da cascata fisiopatológica (McWilliams *et al.*, 2022). Além disso, apresentam evidências que a carência dessa substância desempenha um papel na ocorrência e na gravidade da sintomatologia hiperativa diurna e noturna e que a suplementação de ferro é benéfica no tratamento de crianças afetadas. Para essas afirmações, a pesquisa encontrou essa associação de TDAH e/ou gravidade do TDAH com deficiência de ferro em 22/30 dos estudos, incluindo 1 estudo de coorte, 12 estudos de caso-controle e 8 séries de casos, e 1 transversal. Dessa maneira, demonstrando seu poder de evidência.

É importante ressaltar que há prevalência da anemia por deficiência de ferro no Brasil. De acordo com a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde do Ministério da Saúde (MS), 20,9% das crianças menores de 5 anos apresentavam a doença, ou seja, aproximadamente 3 milhões de crianças brasileiras, destacando que esta enfermidade pode ser a causa primária de uma entre cinco mortes de parturientes ou estar associada a até 50% das mortes (MS, 2022).

Diante deste contexto, é válido tornar-se ciente dos efeitos da deficiência de ferro e a implementação de estratégias de prevenção são essenciais para promover um desenvolvimento saudável e pleno em crianças. O monitoramento e o manejo adequado dessas condições podem criar um futuro mais promissor e saudável para as novas gerações. Por esse motivo, a SBP e o MS possuem estratégias para evitar o aparecimento da anemia em crianças e, dessa maneira, evitar as consequências deletérias a ela associadas. Menciona-se que a SBP faz a profilaxia baseada nos fatores de risco (quadro 5) aos quais cada criança está exposta e pode iniciar, dependendo disso, com 1 mês ou 6 meses de vida. Além disso, prevê uma profilaxia mais

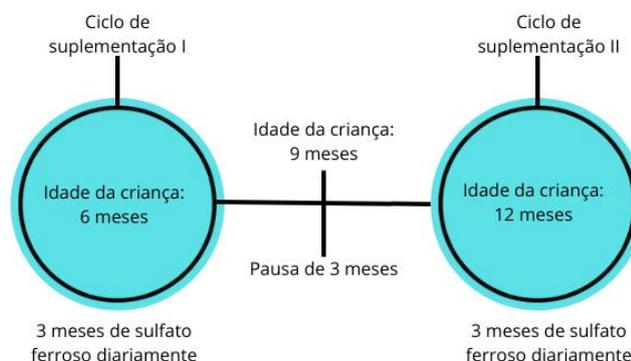
duradoura que vai até os dois anos de vida da criança. Por outro lado, o MS tem como plano profilático dois ciclos de suplementação de ferro por 3 meses, separados por uma pausa de 3 meses, sendo o primeiro iniciado aos 6 meses de vida e o segundo aos 12 meses (Figura 3).

Quadro 5 - Profilaxia de ferro de acordo com a SBP

Situação	Recomendação
Recém-nascidos a termo, peso adequado para a idade gestacional, em aleitamento materno exclusivo até o 6º mês sem fator de risco	1 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando aos 180 dias de vida até o 24º mês de vida
Recém-nascidos a termo, peso adequado para a idade gestacional, em aleitamento materno exclusivo até o 6º mês com fator de risco	1 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando aos 90 dias de vida até o 24º mês de vida
Recém-nascidos a termo, peso adequado para a idade gestacional, independentemente do tipo de alimentação	1 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando aos 90 dias de vida até o 24º mês de vida
Recém-nascidos a termo com peso inferior a 2500g	2 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando com 30 dias de vida, durante um ano. Após este prazo, 1 mg de ferro elementar/kg/dia mais um ano
Recém-nascidos prematuros com peso superior a 1500g	2 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando com 30 dias de vida, durante um ano. Após este prazo, 1 mg de ferro elementar/kg/dia mais um ano
Recém-nascidos prematuros com peso entre 1500 e 1000g	3 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando com 30 dias de vida, durante um ano. Após este prazo, 1 mg de ferro elementar/kg/dia mais um ano
Recém-nascidos prematuros com peso inferior a 1000g	4 mg de ferro elementar/kg/dia, iniciando com 30 dias de vida, durante um ano. Após este prazo, 1 mg de ferro elementar/kg/dia mais um ano
Recém-nascidos prematuros que receberam mais de 100ml de concentrado de hemácias durante a internação	Devem ser avaliados individualmente pois podem não necessitar de suplementação de ferro com 30 dias de vida, mas sim posteriormente

Fonte: Consenso sobre anemia ferropriva: Atualização: Destaques 2021 (2021, p.23).

Figura 3 - Esquema de suplementação conforme o MS



Fonte: Caderno dos Programas de Suplementação de Micronutrientes (2022, p.24) (2025).

Com base na pesquisa realizada, frisa-se que Algarín *et al.* (2022) compararam os resultados de ressonâncias magnéticas do crânio de adultos de 22 anos que tiveram anemia na infância com controles sem anemia. Com isso, foi possível observar que os participantes que

tiveram anemia demonstraram menos força de conectividade em regiões cerebrais relacionadas à inibição do controle, incluindo o lobo temporal medial, prejuízo na integração da rede de modo padrão (indicando diminuição da atenção e do estado de alerta) e um aumento na conectividade nas áreas posteriores do cérebro, todos sugerem uma maturação mais lenta dos circuitos. Os autores apontam que esses resultados apoiam a hipótese que os adultos que possuem esse fator de risco apresentam diferenças na conectividade de redes relacionadas às funções executivas e isso poderia aumentar a sua vulnerabilidade para desenvolver disfunções cognitivas ou transtornos mentais.

O artigo de Sundarajan *et al.* (2021) ressalta que tanto a deficiência de ferro quanto a anemia estão associadas a mortalidade perinatal, ao atraso no desenvolvimento mental e físico da criança e à redução da função visual e auditiva. E aponta que o ferro é essencial para a síntese normal de mielina, uma vez que os oligodendrócitos produtores dessa substância necessitam do ferro tanto para a maturação como para a função. Dessa forma, os autores testaram a hipótese de uma menor velocidade de processamento cerebral em roedores e foi possível observar também alterações na expressão gênica no hipocampo dos animais testados.

O impacto da anemia ferropriva no desenvolvimento motor das crianças pode ser explicado, de acordo com McCann *et al.* (2020), através de dois mecanismos principais. O primeiro é pela modificação da função dos gânglios da base que ocorrem pelas alterações dopaminérgicas. O segundo seria a mielinização comprometida do córtex motor e áreas associadas. Ademais, os pesquisadores destacam que os estudos em humanos estão concentrados em crianças maiores de dois anos, apesar de o maior impacto no desenvolvimento cognitivo estar associado a carência de ferro na gravidez e na primeira infância, em que ocorre um desenvolvimento cerebral mais rápido.

Outro estudo importante de ser citado é o ensaio clínico duplo-cego randomizado realizado na Suécia que comparou crianças nascidas com baixo peso, suplementadas ou não, com ferro. Nesse artigo, não se percebeu diferença no desempenho cognitivo de crianças com 7 anos nascidas como bebês saudáveis. Contudo, pontuações mais altas de comportamento externalizante adverso (comportamento agressivo e quebra de regras), bem como problemas de pensamento foram encontrados nas crianças não suplementadas (Berglund *et al.*, 2018).

Por outro lado, alguns estudos destacam que a deficiência dessa substância pode estar associada a alterações na formação de outros órgãos no período intrauterino. Nesse contexto, o artigo desenvolvido por Gomez *et al.* (2021) mostra evidências que a anemia ferropriva materna durante a gestação está associada a um aumento do risco de doenças respiratórias, incluindo asma, nas crianças. Dessa forma, eles levam a hipótese de que o ferro teria papel essencial para

o desenvolvimento pulmonar. Além disso, foi observado que uma concentração mais baixa de hemoglobina materna durante a gravidez está associada a imunoglobulina E (IgE) elevada e aumento do risco de sensibilização alérgica nos filhos. Isso também pode ser associado a déficits no crescimento das crianças, pois a presença dessas patologias na infância pode ser um fator modificador do padrão de desenvolvimento.

Drakesmith *et al.* (2021) realizaram um estudo que destaca que a deficiência de ferro limita a imunidade adaptativa e as respostas às vacinas, representando uma desvantagem adicional subestimada para as populações com anemia ferropriva. O efeito que o nível de ferro tem nas respostas às vacinas foi realçado através de análises de crianças quenianas. Essa revisão traz uma coorte onde a anemia no momento da vacinação foi um forte preditor de respostas diminuídas às vacinas. Outrossim, em um ensaio clínico randomizado, também incluído na pesquisa, foi observado que a administração de sais de ferro próximo a vacinação aumentou a avidéz de anticorpos anti-sarampo e a seroconversão após vacinação de sarampo, apontando novamente que a disponibilidade de ferro é um fator limitante que afeta a eficácia das vacinas e assim, a imunidade dessas crianças.

Além dos fatores associados ao desenvolvimento das crianças, é necessário dizer que a anemia por deficiência de ferro está associada ao aumento de complicações fetais e maternas, incluindo baixo peso ao nascer, trabalho de parto prematuro, pequenez para a idade gestacional, aumento do risco de mortalidade materna e risco de parto cesáreo (Koleine *et al.*, 2021). Outro achado neste estudo foi que os bebês expostos à deficiência de ferro durante a gravidez também apresentam atraso no desenvolvimento motor e comprometimento do reconhecimento, da memória auditiva e da aprendizagem, bem como perturbações emocionais e de personalidade, que persistem mesmo que a carência da substância seja corrigida após o período crítico do desenvolvimento cerebral.

Nessa mesma linha de raciocínio está o artigo de Kalisch-Smith *et al.* (2021), que demonstram através de ensaio clínico desenvolvido com ratos, a letalidade embrionária relacionada a anemia ferropriva materna. Além disso, o estudo identificou em embriões expostos a deficiência de ferro um aumento da sinalização do ácido retinóico, levando a uma diferenciação prematura do subconjunto de células progenitoras cardíacas. Dessa maneira, a anemia materna seria a responsável por defeitos cardiovasculares nos filhos.

Destaca-se que o desempenho cognitivo de crianças expostas a anemia também foi analisado, através do estudo transversal organizado por Mantey *et al.* (2021). De acordo com os autores, a cognição representa um conjunto complexo de funções mentais superiores atendidas pelo cérebro e inclui atenção, memória, pensamento, aprendizagem e percepção. Esse

desenvolvimento cognitivo é de particular importância para as crianças em idade escolar porque é crucial para a aquisição de conhecimentos factuais e de competências comportamentais e sociais. Foi observado que o mau estado nutricional, incluindo a deficiência de ferro, afeta negativamente o desenvolvimento cognitivo e o desempenho das crianças em idade escolar. Assim, as crianças com deficiência nutricional têm maior probabilidade de não ter um bom desempenho na escola e de obter resultados fracos em testes cognitivos devido à recuperação lenta da memória e a problemas de atenção do que as crianças bem nutridas.

Consoante ao observado, biologicamente, no caso de balanço negativo de ferro, o ferro é redistribuído seguindo uma estratégia hierárquica e utilizado principalmente pelas hemácias em detrimento de outros tecidos: primeiro o fígado, seguido do coração, músculo esquelético e, finalmente, cérebro. Dessa forma, constatou-se que a carência de ferro pode causar lesões cerebrais mesmo na ausência de anemia ferropriva (Raffaelli *et al.*, 2020).

É necessário citar também o estudo realizado por East *et al* (2019). De acordo com os autores, bebês anêmicos e com deficiência de ferro procuram e recebem menos estímulos de seus cuidadores, predispondo essas crianças ao isolamento funcional. Dessa forma, essas crianças ficam expostas a mais um fator de risco para ter um desenvolvimento abaixo do esperado, pois elas precisam de estímulo para um melhor desempenho.

Destarte, os resultados encontrados nesse estudo retratam as consequências da anemia ferropriva para o desenvolvimento infantil e as diversas maneiras que a carência dessa substância pode afetar uma criança. Além disso, pode-se observar a importância da prevenção da enfermidade durante a gestação e nos primeiros anos de vida.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de literatura permitiu evidenciar que a anemia ferropriva representa uma condição clínica de elevada prevalência na infância, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioeconômica, sendo responsável por impactos significativos no desenvolvimento global da criança. Os estudos analisados demonstram, de forma consistente, que a deficiência de ferro pode comprometer o desenvolvimento físico, cognitivo e psicossocial, com possíveis repercussões duradouras, particularmente quando presente nos primeiros anos de vida.

Com base nas análises realizadas foi possível perceber que a anemia durante a gestação também pode trazer consequências deletérias para as crianças, por estar relacionadas com

alterações em órgãos importantes, bem como pelas manifestações de problemas relacionados a imunidade na infância.

Dessa maneira, um pré-natal de qualidade deve ser priorizado para prevenir a ocorrência da doença em gestantes e suas consequências deletérias para o futuro das crianças. Também é importante dizer que as evidências mostraram uma maior chance de indivíduos expostos a anemia na fase do desenvolvimento apresentarem distúrbios de comportamento e perturbações emocionais e de personalidade que podem perdurar até a idade adulta. Assim, os primeiros anos de vida se mostram essencialmente importantes para a formação dos indivíduos e é necessário evitar situações que possam atrapalhar o seu desempenho.

Os objetivos do estudo de analisar o impacto da anemia ferropriva no desenvolvimento infantil, discutir a relação da anemia ferropriva durante a gestação e distúrbio do desenvolvimento em crianças, apontar a necessidade de ferro no processo de desenvolvimento na infância e ilustrar as consequências da anemia ferropriva na formação das crianças, puderam ser alcançados e possibilitam pesquisas futuras.

Torna-se evidente a importância de políticas públicas voltadas à prevenção, detecção precoce e tratamento eficaz da anemia ferropriva, com ênfase na promoção da saúde nutricional e no fortalecimento das ações intersetoriais entre saúde, educação e assistência social. Além disso, destaca-se a relevância de estratégias educativas voltadas às famílias e comunidades, como forma de ampliar o conhecimento sobre a condição e incentivar práticas alimentares adequadas desde os primeiros anos de vida.

Não obstante, é necessário ressaltar também as limitações do presente estudo. Por se tratar de uma revisão integrativa de literatura e incluir estudos com diferentes delineamentos metodológicos, pode gerar uma dificuldade na comparação dos dados. Também possui outras limitações importantes, como potencial para o viés de seleção, pois os critérios (bases de dados e recorte temporal) podem não ter sido suficientemente precisos e, por isso, ter deixado de incluir artigos relevantes.

Além disso, os estudos incluídos estão limitados a pesquisas em animais e as consequências encontradas em crianças maiores podem não mostrar totalmente a realidade. Isso acontece porque é na primeira infância que ocorre o maior e mais rápido desenvolvimento. Além do fato de que as carências nutricionais, na maioria das vezes, estão em conjunto em um indivíduo. Dessa maneira, não se pode atribuir, com toda certeza, que uma consequência seria efeito apenas da falta de uma e não do conjunto de deficiências.

Embora os dados disponíveis apontem de forma clara os prejuízos associados à anemia ferropriva, ainda são necessárias investigações longitudinais que aprofundem os efeitos de

longo prazo dessa deficiência no desenvolvimento infantil, especialmente em diferentes realidades socioeconômicas e culturais. A ampliação do corpo de evidências científicas poderá subsidiar de forma mais robusta a elaboração de intervenções direcionadas e eficazes, contribuindo para a promoção de um desenvolvimento infantil pleno e saudável.

Por fim, fica evidente que a anemia ferropriva está associada a inúmeros prejuízos para as crianças e seu desenvolvimento. Destarte, a prevenção da enfermidade é uma das melhores formas de lutar pela formação plena na infância para que todo o potencial dessas crianças possa ser alcançado.

6. REFERÊNCIAS

ALGARÍN, Cecilia; PEIRANO, Patricio; REYES, Sussanne; LOZOFF, Betsy; BISWAL, Bharat. Cognitive control inhibition networks in adulthood are impaired by early iron deficiency in infancy. *NeuroImage: Clinical*, [S.l.], v. 35, p. 103089, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2022.103089>. Acesso em 18 maio 2025.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. The Power of Play: A Pediatric Role in Enhancing Development in Young Children. *Pediatrics*, [S.l.], v. 142, n. 3, p. e20182058, set. 2018. DOI: 10.1542/peds.2018-2058. Disponível em: <https://doi.org/10.1542/peds.2018-2058>. Acesso em: 18 maio 2025.

BARKS, Amanda K., SHIRELLE X. Liu, Michael K. GEORGIEFF, Timothy C. HALLSTROM, and PHU V. Tran. 2021. "Early-Life Iron Deficiency Anemia Programs the Hippocampal Epigenomic Landscape" *Nutrients* 13, no. 11: 3857. <https://doi.org/10.3390/nu13113857>. Acesso em 18 maio 2025.

BASTIAN, Thomas W.; VON HOHENBERG, William C.; GEORGIEFF, Michael K.; LANIER, Lorene M. Chronic energy depletion due to iron deficiency impairs dendritic mitochondrial motility during hippocampal neuron development. *Journal of Neuroscience*, [S.l.], v. 39, n. 5, p. 802–813, 30 jan. 2019. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1504-18.2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1504-18.2018>. Acesso em: 17 maio 2025.

BERLUNG, S., CHMIELEWSKA, A., STARNBERG, J. et al. Effects of iron supplementation of low-birth-weight infants on cognition and behavior at 7 years: a randomized controlled trial. *Pediatr Res* 83, 111–118 (2018). DOI: <https://doi.org/10.1038/pr.2017.235>. Acesso em: 10 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Anemia ferropriva: deficiência de ferro é um dos fatores que podem estar associados à mortalidade materna. Gov.br - Saúde, Brasília, 25 ago. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/agosto/anemia-ferropriva-deficiencia-de-ferro-e-um-dos-fatores-que-podem-estar-associados-a-mortalidade-materna>. Acesso em: 26 abr. 2025.

CUSICK, Sarah E.; GEORGIEFF, Michael K.; RAO, Raghavendra. Approaches for reducing the risk of early-life iron deficiency-induced brain dysfunction in children. *Nutrients*, [S.l.], v.

10, n. 2, p. 227, fev. 2018. DOI: 10.3390/nu10020227. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu10020227>. Acesso em: 19 maio 2025.

DRAKESMITH, Hal; PASRICHA, Sant-Rayn; CABANTCHIK, Ioav; HERSHKO, Chaim; WEISS, Guenter; GIRELLI, Domenico; STOFFEL, Nicole; MUCKENTHALER, Martina U.; NEMETH, Elizabeta; CAMASCHELLA, Clara; KLENERMAN, Paul; ZIMMERMANN, Michael B. Vaccine efficacy and iron deficiency: an intertwined pair? *The Lancet Haematology*, [S.l.], v. 8, n. 9, p. e666–e669, set. 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(21\)00201-5](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(21)00201-5). Acesso em 15 maio 2025.

EAST, P., DELKER, E., BLANCOI, E. et al. Effect of Infant Iron Deficiency on Children's Verbal Abilities: The Roles of Child Affect and Parent Unresponsiveness. *Matern Child Health J* 23, 1240–1250 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10995-019-02764-x>. Acesso em 17 maio 2025.

ElAlfy, M. S., Ali El-Farrash, R., Mohammed Taha, H., Abdel Rahman Ismail, E., & Ahmed Mokhtar, N. (2018). Auditory brainstem response in full-term neonates born to mothers with iron deficiency anemia: relation to disease severity. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 33(11), 1881–1888. <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1533940>. Acesso em 15 maio 2025.

FISBERG, M.; LYRA, I.; WEFFORT, V. Consenso sobre anemia ferropriva: mais que uma doença, uma urgência médica! Diretrizes. Departamento de Nutrologia e Hematologia-Hemoterapia. Sociedade Brasileira Pediatria. N. 2 Jun/2018. Atualizado em 24/07/18. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/21019f-Diretrizes_Consenso_sobre_anemia_ferroprivaok.pdf. Acesso em 9 out. 2023.

GOMEZ, H. et al. Investigating the Links between Lower Iron Status in Pregnancy and Respiratory Disease in Offspring Using Murine Models. *Nutrients*, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/12/4461>. Acesso em 11 out. 2023.

HASTERT, Mary; GOETZ, Jeannine R.; SULLIVAN, Debra K.; HULL, Holly R.; DONNELLY, Joseph E.; PTOMEY, Lauren T. Calcium, fiber, iron, and sodium intake in adolescents with intellectual and developmental disabilities and overweight and obesity. *Disability and Health Journal*, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 101155, out. 2021. DOI: 10.1016/j.dhjo.2021.101155. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2021.101155>. Acesso em: 18 maio 2025.

Janbek, J., Sarki, M., Specht, I.O. et al. A systematic literature review of the relation between iron status/anemia in pregnancy and offspring neurodevelopment. *Eur J Clin Nutr* 73, 1561–1578 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0400-6>. Acesso em 14 maio 2025.

JAYASINGHE, C.; POLSON, R.; VAN WOERDEN, H. C.; WILSON, P. The effect of universal maternal antenatal iron supplementation on neurodevelopment in offspring: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatrics*, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 150, 2018. DOI: 10.1186/s12887-018-1118-7. Disponível em: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-018-1118-7>. Acesso em: 19 maio 2025.

KALISCH-SMITH, Jacinta I.; VED, Nikita; SZUMSKA, Dorota; MUNRO, Jacob; TROUP, Michael; HARRIS, Shelley E.; RODRIGUEZ-CARO, Helena; JACQUEMOT, Aimée;

MILLER, Jack J.; STUART, Eleanor M.; WOLNA, Magda; HARDMAN, Emily; PRIN, Fabrice; LANA-ELOLA, Eva; AOIDI, Rifdat; FISHER, Elizabeth M. C.; TYBULEWICZ, Victor L. J.; MOHUN, Timothy J.; LAKHAL-LITTLETON, Samira; DE VAL, Sarah; GIANNOULATOU, Eleni; SPARROW, Duncan B. Maternal iron deficiency perturbs embryonic cardiovascular development in mice. *Nature Communications*, [S.l.], v. 12, n. 1, art. 3447, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23660-5>.

KOLEINI, N.; SHAPIRO, J.; GEIER, J.; ARDEHALI, H. Ironing out mechanisms of iron homeostasis and disorders of iron deficiency. *The Journal of Clinical Investigation*, 2021. Disponível em: <https://www.jci.org/articles/view/148671>. Acesso em 12 out. 2023.

LOCKS, Lindsey M. et al. Changes in growth, anaemia, and iron deficiency among children aged 6–23 months in two districts in Nepal that were part of the post-pilot scale-up of an integrated infant and young child feeding and micronutrient powder intervention. *Maternal & Child Nutrition*, [S.l.], v. 15, n. 2, e12693, abr. 2019. DOI: 10.1111/mcn.12693. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mcn.12693>. Acesso em: 17 maio 2025.

MANTEY, Afua Afreh; ANNAN, Reginald Adjetey; LUTTERODT, Herman Erick; TWUMASI, Peter. Iron status predicts cognitive test performance of primary school children from Kumasi, Ghana. *PLOS ONE*, [S.l.], v. 16, n. 5, p. e0251335, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0251335. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251335>. Acesso em: 18 maio 2025.

MCCANN, S.; AMADÓ, M.; MOORE, S. The Role of Iron in Brain Development: A Systematic Review. *Nutrients*, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/7/2001>. Acesso em 11 out. 2023.

MCCARTHY, Elaine K.; MURRAY, Deirdre M.; KIELY, Mairead E.; HOURIHANE, Jonathan O'B.; KENNY, Louise C.; IRVINE, Alan D. Behavioral consequences at 5 y of neonatal iron deficiency in a low-risk maternal–infant cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition*, [S.l.], v. 113, n. 2, p. 434–441, fev. 2021. DOI: 10.1093/ajcn/nqaa367. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa367>. Acesso em: 17 maio 2025.

MCCARTHY EK, NÍ CHAOIMH C, KENNY LC, et al. Iron status, body size, and growth in the first 2 years of life. *Matern Child Nutr*. 2018. Doi:10.1111/mcn.12458. Acesso em 18 maio 2025.

MCWILLIAMS, S.; SINGH, I.; LEUNG, W.; STOCKLER, S.; IPSIROGLU, O. Iron deficiency and common neurodevelopmental disorders- A scoping review. *Jornal Plos one*, 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0273819>. Acesso em 10 out. 2023.

MEANS, R.T. Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia: Implications and Impact in Pregnancy, Fetal Development, and Early Childhood Parameters. *Nutrients* 2020, 12, 447. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12020447>. Acesso em 16 maio 2025.

MICHAEL. K.; GEORGIEFF, MD. Iron deficiency in pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2020. Disponível em: [https://www.ajog.org/article/S0002-9378\(20\)30328-8/fulltext](https://www.ajog.org/article/S0002-9378(20)30328-8/fulltext). Acesso em 20 dez. 2023.

MORAES, R. P. S. et al. *Pediatria, Neonatologia e Hebiatria: formação em foco*. Rio de Janeiro: Editora Letras Virtuais, 2022.

Paulino, Carolina Thalya da Silva, Marislei Nishijima, and Flavia Mori Sarti. 2021. "Association of Iron Supplementation Programs with Iron-Deficiency Anemia Outcomes among Children in Brazil" *Nutrients* 13, no. 5: 1524. <https://doi.org/10.3390/nu13051524>. Acesso em 18 maio 2025.

Pivina, L., Semenova, Y., Doşa, M.D. et al. Iron Deficiency, Cognitive Functions, and Neurobehavioral Disorders in Children. *J Mol Neurosci* 68, 1–10 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12031-019-01276-1>. Acesso em 15 maio 2025.

RAFFAELI, Genny; MANZONI, Francesca; CORTESI, Valeria; CAVALLARO, Giacomo; MOSCA, Fabio; GHIRARDELLO, Stefano. Iron homeostasis disruption and oxidative stress in preterm newborns. *Nutrients*, Basel, v. 12, n. 6, p. 1554, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12061554>. Acesso em: 10 maio 2025.

ROTHMANo M, FABER M, COVIC N, MATSUNGO TM, COCKERAN M, KVALSVIG JD, SMUTS CM. Infant Development at the Age of 6 Months in Relation to Feeding Practices, Iron Status, and Growth in a Peri-Urban Community of South Africa. *Nutrients*. 12 Jan 2018;10(1):73. Disponível em: doi: 10.3390/nu10010073. Acesso em 19 maio 2025.

SANTOS DCC, ÂNGULO-BARROSO RM, LI M, et al. Timing, duration, and severity of iron deficiency in early development and motor outcomes at 9 months. *Eur J Clin Nutr*. 2018. Doi:10.1038/s41430-017-0015-8. Acesso em: 16 maio 2025.

SILVA, L.; SOLÉ, D.; SILVA, C.; CONSTANTINO, C.; LIBERAL, E.; LOPEZ, F. *Tratado de Pediatria: Sociedade Brasileira de Pediatria*. 5ª ed. Barueri: Manoele, 2022.

SILVA, Pâmela Alves et al. Associação entre a presença de anemia ferropriva com variáveis socioeconômicas e rendimento escolar. *Medicina (Ribeirão Preto, Online)*, Ribeirão Preto, v. 51, n. 4, p. 271–280, 2018. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v51i4p271-280. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v51i4p271-280>. Acesso em: 16 maio 2025.

STELLE I, KALEA AZ, PEREIRA DIA. Iron deficiency anaemia: experiences and challenges. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2019;78(1):19-26. doi:10.1017/S0029665118000460. Acesso em 16 maio 2025.

SUNDARARAJAN, S.; RABE, H. Prevention of iron deficiency anemia in infants and toddlers. *Nature, Pediatric Research*, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41390-020-0907-5>. Acesso em 10 out. 2023.

WEFFORT, V.; BRAGA, J. Consenso sobre anemia ferropriva: atualização: destaques de 2021. *DIRETRIZES*. Departamentos Científicos de Nutrologia e Hematologia. Sociedade Brasileira de Pediatria. N. Jun/2018. Atualizado em 26/08/21.

ZAGO, M.; FALCÃO, R.; PASQUINI, R. *Tratado de Hematologia*. São Paulo: Editora Atheneu, 2013.

ZHENG, Juan, JIE Liu, and WENHAN Yang. 2021. "Association of Iron-Deficiency Anemia and Non-Iron-Deficiency Anemia with Neurobehavioral Development in Children Aged 6–24

Months" *Nutrients* 13, no. 10: 3423. <https://doi.org/10.3390/nu13103423>. Acesso em 18 maio 2025.