

# Nutrição e Neurodesenvolvimento: uma visão integrada

### Departamento Científico de Nutrologia (Gestão 2025-2028)

**Presidente:** Fabíola Isabel Suano de Souza

**Secretária:** Mara Alves da Cruz Gouveia (Relatora)

**Conselho Científico:** Christiane Araújo Chaves Leite, Denise Tiemi Miyakawa, Fernanda Luísa Ceragioli Oliveira, Maria Carolina de Pinho Porto (Relatora), Monica de Araujo Moretzsohn, Monica Lisboa Chang Wayhs (Relatora), Silvana Gomes Benzecry, Virgínia Resende Silva Weffort

### Departamento Científico de Neurologia (Gestão 2025-2028)

**Presidente:** Magda Lahorgue Nunes (Relatora)

**Secretário:** Márcio Moacyr de Vasconcelos

**Conselho Científico:** André Luis Santos Carmo, Giuseppe Mario Carmine Pastura, Josemar Marchezan, Karina Soares Loutfi, Paulo Emidio Lobão Cunha, Regina Celia Beltrao Duarte (Relatora), Saul Cypel

**Revisores:** Dirceu Solé, Edson Ferreira Liberal, Luciana Rodrigues Silva

ISBN: 978-85-88520-70-7

CDL



9 788588 520707

- S678 Sociedade Brasileira de Pediatria.
- Nutrição e Neurodesenvolvimento: uma visão integrada (diretriz) / Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento Científico de Nutrologia. Departamento Científico de Neurologia. - Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria, 2026.
- 14 f.
- Membros: Fabíola Isabel Suano de Souza; Christiane Araújo Chaves Leite; Denise Tiemi Miyakawa; Fernanda Luísa Ceragioli Oliveira; Monica de Araujo Moretzsohn; Silvana Gomes Benzecry; Virgínia Resende Silva Weffort; Márcio Moacyr de Vasconcelos; André Luis Santos Carmo; Giuseppe Mario Carmine Pastura; Josemar Marchezan; Karina Soares Loutfi; Paulo Emidio Lobão Cunha; Saul Cypel.
- Relatores (entre os membros): Mara Alves da Cruz Gouveia; Maria Carolina de Pinho Porto; Monica Lisboa Chang Wayhs; Magda Lahorgue Nunes; Regina Celia Beltrão Duarte.
- Revisores: Dirceu Solé; Edson Ferreira Liberal; Luciana Rodrigues Silva.
- ISBN: 978-85-88520-70-7
1. Nutrição infantil. 2. Neurodesenvolvimento. 3. Pediatria. 4. Diretrizes clínicas. I. Título.

SBP/RJ  
CDD: 613.2083

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Brasil Seixas Bruno (CRB-7/7005) e revisada pela bibliotecária Lorrane de Souza Saluzi Albuquerque (CRB-7/7298).

## Sumário

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução .....                                      | 4  |
| 2. Neurodesenvolvimento .....                            | 4  |
| 2.1. Na Gestação .....                                   | 4  |
| 2.2. No Período Pós-Natal .....                          | 5  |
| 3. Amamentação, Alimentação e Neurodesenvolvimento ..... | 7  |
| Recomendações práticas .....                             | 11 |
| Mensagens-chave .....                                    | 11 |
| Referências bibliográficas .....                         | 12 |

## 1. Introdução

A alimentação fornece nutrientes que desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento do sistema nervoso central (SNC) da criança. Esses componentes não atuam de forma isolada; ao contrário, integram-se a uma rede metabólica e funcional altamente coordenada, apoiando processos essenciais como neurogênese, mielinização, sinaptogênese e plasticidade neural.<sup>1,2</sup> No período pós-natal, a oferta desses nutrientes é assegurada primariamente pelo leite materno — considerado o padrão-ouro da alimentação infantil nos primeiros seis meses de vida — e, posteriormente, pela alimentação complementar diversificada, adequada e balanceada.<sup>3</sup>

Os primeiros anos constituem uma janela crítica para o desenvolvimento humano, incluindo o rápido crescimento cerebral, a consolidação de habilidades cognitivas e o amadurecimento das funções neuromotoras. Evidências demonstram que a ingestão adequada de micronutrientes essenciais, como ferro, zinco, iodo, vitamina B<sub>12</sub> e ácidos graxos ômega-3 poli-insaturados de cadeia longa, é importante para o desenvolvimento neurocognitivo saudável. Por outro lado, deficiências nesses nutrientes podem levar a alterações estruturais e funcionais do SNC, com repercussões na aprendizagem, na memória, no comportamento e na saúde mental, além de aumentar a suscetibilidade a doenças crônicas ao longo da vida.<sup>4</sup>

Tanto deficiências quanto excessos nutricionais podem comprometer o desenvolvimento cerebral nos primeiros anos de vida — período marcado por intensa maturação estrutural e funcional e elevada vulnerabilidade a desequilíbrios metabólicos.<sup>5,6</sup> Assim, assegurar uma alimentação adequada e de qualidade nessa fase é estratégico para otimizar o desenvolvimento neurocognitivo e psicomotor.

## 2. Neurodesenvolvimento

A alimentação adequada nos primeiros anos de vida é essencial para o desenvolvimento do SNC, especialmente durante a fase de maior plasticidade cerebral que compreende o período intrauterino até, por volta, dos dois primeiros anos após o nascimento.<sup>4</sup>

### 2.1. Na Gestação

A gestação é um período caracterizado por profundas adaptações metabólicas, hormonais e fisiológicas, necessárias para sustentar o crescimento fetal e preparar

o organismo materno para o parto e a lactação. Nesse contexto, a alimentação desempenha papel central na promoção da saúde da gestante, no desenvolvimento fetal e na determinação dos desfechos neonatais.<sup>9</sup> Evidências indicam que desequilíbrios nutricionais durante a gravidez podem produzir efeitos duradouros no recém-nascido (RN) e aumentar o risco de doenças crônicas ao longo da vida, incluindo diabetes tipo 2, hipertensão arterial e obesidade.<sup>7</sup>

O estado nutricional materno exerce influência direta sobre o neurodesenvolvimento infantil. A anemia materna, por exemplo, está associada à redução de volumes específicos em regiões cerebrais, como o corpo caloso e o núcleo caudado, com repercussões negativas no desempenho cognitivo na infância.<sup>8</sup>

Embora o ritmo de crescimento do SNC seja particularmente acelerado no final da gestação e nos primeiros meses pós-natais — período de maior vulnerabilidade a desequilíbrios nutricionais —, o cérebro continua a se desenvolver ao longo da infância e da adolescência. Assim, a oferta adequada de micronutrientes, decorrente de uma alimentação equilibrada, permanece fundamental para a consolidação e o aprimoramento das funções neurológicas em etapas posteriores do neurodesenvolvimento.<sup>9</sup>

A ingestão materna adequada de folato (forma ativa do ácido fólico) é importante devido ao seu efeito positivo na prevenção de defeitos do tubo neural. O ácido fólico é encontrado principalmente em vísceras de origem animal, vegetais verdes, legumes, feijão, frutas cítricas, espinafre, lentilhas, grão-de-bico, aspargos, brócolis, ervilhas, repolho, laranja, milho e amendoim. A deficiência está associada ao acúmulo de homocisteína sérica associado à síndrome da gravidez hipertensiva, a abortos espontâneos recorrentes, partos prematuros, baixo peso ao nascer, doenças cardiovasculares crônicas e doenças vasculares cerebrais, demência e depressão.<sup>10</sup>

A ingestão adequada de ferro durante a gestação é fundamental para suprir o aumento das necessidades maternas e fetais e prevenir a anemia ferropriva, condição frequente nesse período. O ferro está presente em alimentos como carnes vermelhas, vísceras, aves, peixes, leguminosas, verduras escuras e grãos integrais, embora sua biodisponibilidade varie conforme a fonte. A deficiência de ferro na gestante está associada a maior risco de parto prematuro, baixo peso ao nascer, redução das reservas de ferro do recém-nascido, maior suscetibilidade a infecções e possíveis prejuízos no neurodesenvolvimento infantil, além de aumentar o risco de depressão pós-parto e de complicações

hemorrágicas. Por esses motivos, o Ministério da Saúde recomenda a suplementação universal de ácido fólico e ferro durante toda a gestação, independentemente do estado nutricional inicial.

## 2.2. No Período Pós-Natal

O cérebro é o órgão mais complexo do corpo humano e requer um fornecimento contínuo de energia e nutrientes para manter suas funções. Embora represente apenas 2% da massa corporal, consome cerca de 20% de toda a energia utilizada pelo organismo — demanda que reflete a complexidade de processos como a transmissão

sináptica, a plasticidade neural e a renovação de membranas celulares.

A saúde cerebral — entendida como a manutenção da integridade cognitiva, emocional e comportamental, associada à ausência de distúrbios neurológicos — depende de múltiplos pilares: qualidade do sono, oportunidades de brincar, prática regular de atividade física, socialização, manejo do estresse, alimentação adequada e controle de doenças crônicas. Entre esses fatores, a nutrição desempenha papel central ao fornecer energia e, sobretudo, nutrientes essenciais, como lipídeos estruturais para a mielinização e aminoácidos para a síntese de neurotransmissores e de proteínas neuronais (Quadro 1).

Quadro 1. Nutrientes importantes na embriogênese do sistema nervoso central, mecanismos de ação e alterações relacionadas às suas deficiências.

| Nutrientes                                                                          | Ação                                                                                                                                                                                                                                                        | Deficiência                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ácido fólico</b>                                                                 | Essencial para o desenvolvimento do tubo neural.                                                                                                                                                                                                            | Defeitos no fechamento do tubo neural.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Ferro<sup>11</sup></b>                                                           | Essencial para a síntese de hemoglobina. Atua na produção de energia, na síntese de DNA, no transporte de oxigênio, na mielinização e no metabolismo energético neuronal e glial.                                                                           | A deficiência de ferro altera a mielinização, com transtornos na substância branca, no córtex fronto-estriatal-hipocampal e na síntese de monoaminas, incluindo a dopamina. Repercute na atenção, na linguagem, nas alterações de comportamento, na memória e no baixo rendimento escolar. |
| <b>Zinco<sup>12</sup></b>                                                           | Importante para a síntese de RNA e de DNA, a divisão celular, a atividade enzimática e a liberação de neurotransmissores.                                                                                                                                   | A deficiência de zinco altera a regulação do sistema nervoso autônomo, do desenvolvimento hipocampal e cerebelar, com repercussões no desenvolvimento motor e cognitivo. Indispensável para a neurogênese.                                                                                 |
| <b>Cobre<sup>12</sup></b>                                                           | A síntese de neurotransmissores, a atividade antioxidante e o metabolismo energético atuam no metabolismo das proteínas.                                                                                                                                    | Alterações no cerebelo.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Colina<sup>12</sup></b>                                                          | Síntese de neurotransmissores, metilação do DNA e síntese da mielina.                                                                                                                                                                                       | Alterações na substância branca do cérebro e na mielina.                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa da série Ômega 3<sup>13</sup></b> | Importantes na sinaptogênese, na neurogênese e na plasticidade cerebral, na fluidez da membrana, na correta transmissão de impulsos nervosos, na formação de conexões neurais e na mielinização. Impacta a memória, a aprendizagem e as funções cognitivas. | O ácido docosaexaenoico (DHA) é um componente do ômega-3 e está diretamente relacionado à formação de membranas neuronais e ao desempenho cognitivo.                                                                                                                                       |

continua ...

... continuação

| Nutrientes                       | Ação                                                                                                                                                                                                        | Deficiência                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Iodo<sup>14</sup></b>         | Importante para o desenvolvimento do cérebro e do cerebelo. O iodo é essencial para a síntese de hormônios tireoidianos. Regula processos metabólicos e o desenvolvimento cerebral intraútero.              | É uma causa importante de deficiência cognitiva (retardo mental). As anormalidades associadas à deficiência afetam a substância branca e causam redução de neurônios cerebrais, cerebelares e do tronco. |
| <b>Vitamina A<sup>12</sup></b>   | Responsável pela regulação de proteínas e genes, com controle do crescimento neuronal, da diferenciação e do desenvolvimento do tubo neural. Participa na modulação da neurogênese e plasticidade cerebral. | As deficiências acarretam hidrocefalia, microcefalia, defeitos na retina e no nervo óptico.                                                                                                              |
| <b>Vitamina B12<sup>12</sup></b> | Participa da condução adequada de impulsos nervosos com formação e manutenção da bainha de mielina, síntese de DNA, síntese de neurotransmissores                                                           | Atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor, com comprometimento das habilidades de atenção, do desempenho escolar e da resolução de problemas.                                                           |

A alimentação adequada exerce uma influência decisiva sobre o desenvolvimento e o funcionamento do SNC. A oferta inadequada de nutrientes — por deficiência ou excesso — afeta principalmente estruturas sensíveis como o córtex e o hipocampo, sendo reconhecida como determinante de prejuízos no desenvolvimento neuropsicomotor.<sup>15</sup> Evidências crescentes indicam que a obesidade infantil também repercute negativamente no neurodesenvolvimento, comprometendo funções executivas, memória, atenção seletiva e controle inibitório.<sup>16-18</sup>

A formação e a maturação do SNC são processos altamente dependentes da interação entre fatores biológicos, ambientais e nutricionais. Condições adversas, como hipóxia perinatal, infecções virais, exposição a drogas e desnutrição intrauterina, podem prejudicar a diferenciação neuronal e a conectividade sináptica. Avanços recentes elucidam os mecanismos que explicam tais efeitos, incluindo as repercussões da desnutrição intrauterina — uma adaptação que favorece a sobrevivência durante a gestação, mas aumenta a vulnerabilidade da criança a disfunções neurológicas ao longo da vida. Evidências robustas associam a deficiência nutricional também pré-natal a um maior risco de doenças neurológicas e psiquiátricas na infância e na idade adulta.<sup>15,17,18</sup>

O desenvolvimento infantil constitui um processo contínuo de aquisição e reorganização de competências motoras, cognitivas/linguísticas e psicossociais.

É influenciado por fatores intrínsecos — como a herança genética e as condições biológicas — e por fatores externos, incluindo o ambiente físico, social, emocional e cultural da criança.<sup>19</sup> Crianças expostas a riscos biológicos (prematuridade, baixo peso ao nascer, condições perinatais adversas, deficiências nutricionais) e ambientais são mais vulneráveis a atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor.

Prematuridade e desnutrição destacam-se como fatores de risco biológicos associados a maior morbidade, mortalidade e atrasos no desenvolvimento. Em países de baixa e média renda, a Organização Mundial da Saúde (OMS) identifica a estimulação inadequada, a desnutrição, a deficiência de iodo e a anemia ferropriva como determinantes das alterações no desenvolvimento infantil.<sup>12,13,20</sup> Esses atrasos apresentam relação direta com a menor escolaridade dos pais, a composição familiar monoparental e as intercorrências neonatais.

Durante essa janela de elevada vulnerabilidade — e também oportunidade —, o cérebro infantil passa por etapas fundamentais da embriogênese e da maturação do SNC, todas altamente dependentes da adequação nutricional.<sup>13</sup> Evidências indicam que crianças com doenças neurológicas, como paralisia cerebral, deficiência cognitiva e transtornos do espectro autista, apresentam risco significativamente maior de desenvolver deficiências nutricionais.<sup>20</sup>

Além disso, vitaminas e minerais são indispensáveis para o desenvolvimento estrutural e funcional do cérebro. Intervenções como a suplementação de ferro e de vitamina B<sub>12</sub> — quando indicadas por deficiência comprovada — demonstram benefícios consistentes na reversão de déficits cognitivos e na melhoria do desempenho escolar.<sup>17,18</sup>

### 3. Amamentação, Alimentação e Neurodesenvolvimento

Nos primeiros anos de vida, uma alimentação adequada, em quantidade, qualidade e variedade, é determinante para o crescimento saudável e o desenvolvimento global da criança. Nesse período crítico, a nutrição constitui o principal estímulo ambiental, com potencial para influenciar a expressão gênica e modular a composição e a funcionalidade da microbiota intestinal, repercutindo positivamente na prevenção de doenças crônicas e no neurodesenvolvimento.<sup>21</sup> Embora a glicose seja a principal fonte energética do cérebro, o organismo também necessita de proteínas, gorduras e micronutrientes, ofertados principalmente pelo aleitamento materno e, posteriormente, por uma alimentação complementar diversificada.

O aleitamento materno, idealmente iniciado na “hora dourada” — até a primeira hora após o nascimento — deve ser exclusivo até os 6 meses e mantido, em conjunto com outros alimentos adequados, até os 2 anos ou mais.<sup>22-25</sup> Seus benefícios são amplos e abrangem a criança, a mãe, a família, a sociedade e o meio ambiente. O leite materno apresenta composição específica e dinâmica, variando conforme a idade gestacional, a idade e o sexo da criança, o horário do dia e a condição nutricional materna. Além de macro e micronutrientes, contém componentes bioativos — como antioxidantes, hormônios, fatores de crescimento, enzimas e células imunocompetentes — fundamentais para o neurodesenvolvimento, amadurecimento imunológico e a formação da microbiota intestinal. Evidências mostram que o aleitamento materno está associado à redução do risco de obesidade, diabetes tipo 2, otite média e asma, além de melhor desempenho em testes de inteligência.<sup>25-27</sup>

Estudos longitudinais reforçam esses efeitos neurocognitivos. O estudo AVON (ALSPAC), que acompanhou mães e filhos da gestação à adolescência, identificou associação entre amamentação por pelo menos seis meses e melhores resultados em coeficiente intelectual (QI), habilidades de leitura, linguagem, motricidade fina e desempenho matemático, mesmo após ajuste para fatores de confusão.<sup>28</sup> De forma semelhante, o estudo ABCD observou que maior duração do aleitamento

materno, em padrão dose-dependente, associou-se a maior espessura cortical, maior área de superfície cerebral e melhor inteligência fluida entre 9 e 11 anos, com efeitos mantidos na transição para a adolescência.<sup>29</sup>

A partir dos 6 meses, recomenda-se iniciar a alimentação complementar, baseada na comida da família e composta prioritariamente por alimentos *in natura* e minimamente processados, conforme a Classificação NOVA adotada pelos Guias Alimentares do Ministério da Saúde. Alimentos *in natura* são obtidos diretamente de plantas ou animais sem alterações; alimentos minimamente processados passam por modificações físicas simples — como limpeza, moagem, pasteurização, fermentação ou congelamento — sem adição de sal, açúcar ou óleos.<sup>22,23,30</sup>

Nessa etapa, a alimentação deve contemplar uma ampla variedade de grupos alimentares em preparações variadas, incluindo leguminosas, cereais, raízes e tubérculos, legumes e verduras, frutas, carnes, ovos, oleaginosas e laticínios. Ingredientes culinários (como óleos e sal) e temperos naturais — como coentro, salsinha, cebolinha, alho, cebola e outras ervas e especiarias — podem ser utilizados com moderação, respeitando o paladar da criança e as práticas culturais da família. Nos dois primeiros anos de vida, recomenda-se evitar alimentos ultraprocessados, bem como açúcar, doces e mel, em função de seus riscos à saúde, à formação do paladar e à construção de hábitos alimentares.<sup>31</sup>

Para garantir oferta adequada de macro e micronutrientes, a alimentação deve ser variada ao longo do dia. A frequência e a diversidade alimentares são essenciais não apenas por fornecer nutrientes específicos, mas também pela interação entre os alimentos, que pode modificar ou melhorar a biodisponibilidade dos nutrientes (Quadro 2). Biodisponibilidade corresponde à proporção do nutriente efetivamente utilizada pelo organismo<sup>32,33</sup> e depende de fatores como sua forma química, a presença de inibidores ou promotores da absorção, o processamento prévio dos alimentos e características individuais, como idade, estado nutricional e condições de saúde. Dietas diversas contribuem para a promoção da saúde e a redução de riscos de adoecimento.<sup>32,34</sup>

A OMS define diversidade dietética mínima para crianças de 6 a 23 meses como o consumo diário de alimentos provenientes de pelo menos cinco dos oito grupos estabelecidos: (1) leite materno; (2) grãos, raízes e tubérculos; (3) leguminosas, nozes e sementes; (4) laticínios; (5) carnes; (6) ovos; (7) frutas e vegetais ricos em vitamina A; e (8) outras frutas e vegetais.<sup>35</sup> A diversidade alimentar está associada a melhor crescimento e desenvolvimento infantil, com impactos positivos em motricidade fina e grossa, sociabilidade e resolução de problemas.<sup>36</sup>

Quadro 2. Principais nutrientes presentes nos alimentos in natura e minimamente processados comumente consumidos pelas famílias brasileiras

| Grupo Alimentar                           | Exemplos de Alimentos<br>(In natura e minimamente processados)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Principais Nutrientes Fornecidos                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Grupo dos Feijões (Leguminosas)</b> | <b>In natura:</b> feijões (carioca, preto, fradinho, etc.), lentilha, grão-de-bico, ervilha seca.<br><b>Minimamente processados:</b> feijões cozidos e congelados.<br>* Leguminosas enlatadas são alimentos processados.                                                                                                                                                         | Proteínas vegetais, fibras, ferro (não-heme), folato (vitamina B9), vitaminas do complexo B.                                                                                                                                           |
| <b>2. Grupo dos Cereais</b>               | <b>In natura:</b> milho fresco em espiga (grão cru).<br><b>Minimamente processados:</b> arroz (branco, integral, parboilizado), milho em grão, aveia em flocos, centeio, farinhas de cereais (trigo, milho, arroz); macarrão e massas simples (feitos de farinha e água).                                                                                                        | Carboidratos (principal fonte de energia), fibras (especialmente em cereais integrais), vitaminas do complexo B.                                                                                                                       |
| <b>3. Grupo das Raízes e Tubérculos</b>   | <b>In natura:</b> batata (inglesa, doce, baroa), mandioca (aipim, macaxeira), cará, inhame (frescos, crus).<br><b>Minimamente processados:</b> raízes e tubérculos embalados, fatiados, refrigerados ou congelados; farinha de mandioca, polvilho.                                                                                                                               | Carboidratos (energia), fibras, vitaminas (A, C em algumas variedades), minerais (Potássio).                                                                                                                                           |
| <b>4. Grupo dos Legumes e Verduras</b>    | <b>In natura:</b> alface, tomate, cenoura, brócolis, espinafre, abobrinha, couve, pimentão, quiabo (vegetais frescos em geral).<br><b>Minimamente processados:</b> vegetais congelados (ervilha, milho, brócolis – sem adição de temperos); cogumelos frescos ou secos.                                                                                                          | Vitaminas (A, K, C, folato), fibras, minerais (ferro, magnésio), antioxidantes, água.                                                                                                                                                  |
| <b>5. Grupo das Frutas</b>                | <b>In natura:</b> maçã, banana, laranja, morango, mamão, pera, uva (frutas frescas em geral).<br><b>Minimamente processados:</b> frutas secas (uva-passa, damasco seco – sem adição de açúcar); polpas de frutas congeladas (sem açúcar).                                                                                                                                        | Vitaminas (principalmente C e A), fibras, minerais (como potássio), água.                                                                                                                                                              |
| <b>6. Grupo das Carnes e Ovos</b>         | <b>In natura:</b> carne bovina (cortes frescas), frango (cortes frescas), porco (cortes frescas), pescados (peixes frescos como salmão, sardinha, cavala, truta, atum fresco – todos peixes gordos; e outros peixes como cação, pirarucu, pintado, tambaqui, jaú, bagre); ovos (frescos).<br><b>Minimamente processados:</b> peixe congelado (sem aditivos); carne moída fresca. | Proteínas de alto valor biológico, ferro heme (melhor absorção), vitamina B12, zinco.<br>* Ovos são ricos em colina.<br>* Peixes gordos são excelentes fontes de Ômega-3 (ácido eicosapentaenoico - EPA - e ácido docosaenoico - DHA). |

continua ...

... continuação

| Grupo Alimentar                                | Exemplos de Alimentos<br>( <i>In natura</i> e minimamente processados)                                                                                                                                                                                                            | Principais Nutrientes Fornecidos                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7. Grupo dos Leites e Queijos</b>           | <b>Minimamente processados:</b> leite em pó, leite pasteurizado, leite UHT, leite resfriado.<br><br>* Iogurte natural, coalhada natural e queijos simples são alimentos processados.                                                                                              | Cálcio (essencial para ossos e dentes), proteínas de alto valor biológico, vitamina D, vitamina B12.                                                                                                                    |
| <b>8. Grupo de Amendoim, Castanhas e Nozes</b> | <b><i>In natura:</i></b> castanhas (do Pará, de caju, baru), nozes, amêndoas, amendoim (crus, sem sal).<br><br><b>Minimamente processados:</b> oleaginosas torradas (sem sal); pastas de oleaginosas (sem adição de açúcar ou óleos); sementes (chia, linhaça, girassol – cruas). | Gorduras saudáveis (mono e poli-insaturados), proteínas vegetais, fibras, minerais (magnésio, selênio), vitamina E.<br><br>** Sementes de chia, linhaça e nozes são fontes vegetais de Ômega-3 (ácido alfa-linolênico). |

Diferentes grupos de alimentos contribuem de forma complementar nesse período. Carnes e vísceras oferecem proteínas de alta qualidade e micronutrientes como ferro, zinco, vitamina B<sub>12</sub>, cálcio e vitamina A. Ovos fornecem colina, selênio, vitamina B<sub>12</sub> e riboflavina. Peixes gordurosos são importantes fontes de ácidos graxos ômega-3. Frutas e vegetais aportam vitamina A,

vitamina C, ácido fólico, fibras e potássio. Legumes, verduras, leguminosas, oleaginosas e sementes são ricos em fibras, vitaminas do complexo B, vitamina E e minerais como magnésio e selênio. Cereais contribuem com amido, fibras, fitoquímicos e antioxidantes, enquanto raízes e tubérculos complementam a oferta energética. Laticínios fornecem proteínas e cálcio (Quadro 3).

Quadro 3. Micronutrientes e suas contribuições para o neurodesenvolvimento e funcionamento do sistema nervoso central da criança

| Micronutrientes                                         | Principais Funções                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vitaminas do Complexo B (B1, B6, B9–Folato, B12)</b> | As vitaminas B1 e B6 integram o metabolismo energético neuronal e a síntese de neurotransmissores (GABA, serotonina, dopamina), com impacto na mielinização e plasticidade sináptica. <sup>2,55</sup> O folato (B9) é essencial à síntese de DNA e prevenção de defeitos do tubo neural. |
| <b>Vitamina D</b>                                       | Receptores de vitamina D estão presentes em múltiplas regiões cerebrais; a vitamina exerce ações neurotróficas, anti-inflamatórias e moduladoras sinápticas, com plausibilidade biológica para efeitos no neurodesenvolvimento.                                                          |
| <b>Vitaminas C e E</b>                                  | As vitaminas C e E contribuem para a defesa contra o estresse oxidativo em tecidos de alta atividade metabólica, como o cérebro em desenvolvimento.                                                                                                                                      |

continua ...

... continuação

| Micronutrientes                                                                                                                       | Principais Funções                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vitamina A</b>                                                                                                                     | Envolvida na diferenciação neuronal, na visão e na integridade epitelial, a vitamina A. A correção da carência previne morbidade e pode indiretamente favorecer desfechos neurológicos.                                                                          |
| <b>Ferro</b>                                                                                                                          | O ferro é determinante para a mielinização, o metabolismo energético e a síntese de neurotransmissores (ex.: dopamina). Deficiência na gestação e na primeira infância associa-se a piores desfechos cognitivos e motores, possivelmente duradouros.             |
| <b>Zinco</b>                                                                                                                          | O zinco participa de funções sinápticas, de neurogênese e de modulação de neurotransmissores. Apesar da plausibilidade, as meta-análises não demonstraram benefício consistente da suplementação isolada de zinco sobre escores cognitivos em populações gerais. |
| <b>Colina</b>                                                                                                                         | A colina atua como precursora da acetilcolina e como componente essencial dos fosfolípidios de membrana, desempenhando papel fundamental na mielinização, na memória e em processos de metilação epigenética.                                                    |
| <b>Ácidos graxos essenciais<br/>(ácido docosaenoico — DHA,<br/>ácido eicosapentae-noico — EPA,<br/>e ácido alfa-linolênico — ALA)</b> | O DHA integra membranas neuronais e retinianas, modulando fluidez de membrana e sinalização sináptica. A recomendação prática é assegurar ingestão adequada por gestantes, lactantes e lactentes, priorizando fontes alimentares.                                |

Além dos nutrientes clássicos, diversos alimentos contêm componentes bioativos com ações antioxidantes, anti-inflamatórias e neuroprotetoras, bem como efeitos moduladores da microbiota intestinal. Destacam-se sulforafanos (brócolis, couve de Bruxelas, *kale*), polifenóis (chá verde), isoflavonas (soja), cúrcuma, resveratrol (uvas, amendoim, *berries*), flavonoides (frutas e vegetais), carotenoides (luteína, zeaxantina, licopeno) e oligossacarídeos. Esses compostos contribuem para a função cognitiva, a regulação emocional e a formação de circuitos neurais ao longo da infância.<sup>37,38</sup>

A definição de dieta saudável envolve não apenas a variedade, mas também a qualidade e a adequação à realidade da criança e de sua família.<sup>39</sup> Segundo o Guia Alimentar, uma alimentação saudável é predominantemente baseada em alimentos *in natura* e minimamente processados, enquanto os ultraprocessados devem ser evitados.<sup>22</sup> Esses produtos apresentam alta palatabilidade e grande apelo à conveniência, mas tendem a oferecer menor valor nutricional e maior teor de açúcares, gorduras e sódio.<sup>40</sup>

Uma revisão com 45 metanálises publicadas entre 2009 e 2023 demonstrou uma associação consistente entre maior consumo de ultraprocessados e piores desfechos em saúde, incluindo ansiedade e transtornos mentais comuns.<sup>41</sup> Nesse sentido, a diversidade alimentar mínima é um marcador ainda mais robusto quando considerada juntamente com a ausência de ultraprocessados.<sup>36</sup>

No Brasil, dados do ENANI-2019 mostram que apenas 55,6% das crianças de 6 a 59 meses alcançaram a diversidade mínima; 25,7% não consumiram frutas ou vegetais; e 89% ingeriram ultraprocessados, dos quais 43% consumiram três ou mais tipos no mesmo dia. Houve ainda deficiências relevantes de vitamina A, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina D e zinco, bem como prevalência de anemia. O inquérito PIPAS (2022) também revelou que, entre crianças de 6 a 23 meses, 59,2% alcançaram a diversidade alimentar mínima e a mesma proporção consumiu ultraprocessados no dia anterior à coleta.<sup>42</sup> Esse quadro evidencia um cenário em que baixa diversidade alimentar e alta presença de ultraprocessados

coexistem, contribuindo para deficiências nutricionais e excesso de peso.<sup>43</sup>

Os ultraprocessados devem ser evitados em todas as idades, especialmente na infância. Quanto maior o grau de processamento, maior a descaracterização da matriz alimentar e potencial perda de qualidade.<sup>44</sup> Processos industriais podem degradar nutrientes, alterar a microbiota intestinal, aumentar a inflamação e o estresse oxidativo e formar contaminantes tóxicos, como acrilamida, hidroximetilfurfural e furfural — substâncias genotóxicas, carcinogênicas e neurotóxicas. A exposição crônica a essas substâncias pode comprometer habilidades motoras, cognitivas e funções neuropsicológicas de lactentes e crianças.<sup>45,46</sup>

Aditivos amplamente presentes em ultraprocessados — emulsificantes, edulcorantes, corantes, flavorizantes e conservantes — despertam preocupação em saúde pública devido à possibilidade de efeitos adversos.<sup>49</sup> Além disso, embalagens plásticas podem transferir bisfenóis, ftalatos, compostos perfluoroalquilados e microplásticos, que atuam como disruptores endócrinos ao interferirem em hormônios sexuais, tireoidianos e no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Esses compostos ainda afetam a micrógliia, prejudicam a plasticidade do hipocampo e alteram a microestrutura das substâncias branca e cinzenta.<sup>47-50</sup>

Por fim, a microbiota intestinal desempenha papel essencial no neurodesenvolvimento por meio do eixo intestino-cérebro.<sup>47</sup> Ela influencia processos como a integridade da barreira hematoencefálica, a neurogênese, a mielinização e a maturação da micrógliia.<sup>51,52</sup> A formação da microbiota ocorre majoritariamente nos três primeiros anos de vida e é influenciada por fatores como o tipo de parto, o uso de antibióticos, o aleitamento materno e a qualidade da alimentação complementar. A promoção de uma microbiota saudável — por meio de uma alimentação baseada em alimentos *in natura* e minimamente processados e da evitação dos ultraprocessados — contribui para o desenvolvimento infantil e para a construção de hábitos alimentares adequados ao longo da vida.

## Recomendações práticas

- **Valorizar o aleitamento materno** como padrão-ouro da alimentação infantil, reconhecendo sua composição singular e seus efeitos comprovados na nutrição, na imunidade, na organização metabólica, no vínculo, no neurodesenvolvimento e na sustentabilidade ambiental.
- **Promover uma alimentação variada e equilibrada**, adequada à idade e ao contexto familiar, garantindo a regularidade das refeições, a oferta de diferentes grupos alimentares e a presença de alimentos que favoreçam o desenvolvimento sensorial, motor-oral e cognitivo da criança.
- **Orientar que a base da alimentação seja composta por alimentos *in natura* e minimamente processados**, preparados de forma simples e culturalmente adequada. Desestimular a oferta de ultraprocessados, que podem impactar negativamente a qualidade da dieta, o neurodesenvolvimento e a formação de hábitos alimentares na infância.
- **Reconhecer os alimentos como principal fonte de micronutrientes essenciais ao desenvolvimento cerebral** — utilizando a consulta pediátrica como espaço para avaliar padrões alimentares e identificar precocemente possíveis inadequações, sempre contextualizando práticas familiares, ambiente alimentar e condições sociais.
- **Avaliar o risco individual de inadequações nutricionais**, com atenção a situações que podem comprometer crescimento e neurodesenvolvimento, como prematuridade, baixo peso ao nascer, condições clínicas específicas, insegurança alimentar, ou escolhas alimentares que envolvam restrições importantes. Esses cenários podem exigir acompanhamento mais frequente e planos alimentares personalizados.
- **Evitar suplementações desnecessárias**, assegurando que a indicação seja baseada em exame clínico, critérios laboratoriais pertinentes, evidências científicas atuais e na avaliação integral da criança. Quando necessárias, devem complementar — e nunca substituir — uma alimentação de qualidade.
- **Apoiar políticas públicas de promoção da alimentação adequada e saudável**, incluindo ações de prevenção de deficiências nutricionais, programas de suplementação medicamentosa quando indicados, estratégias de fortificação de alimentos de base populacional e uso ampliado dos Guias Alimentares brasileiros como ferramentas centrais de educação, orientação e equidade no cuidado.

## Mensagens-chave

1. A nutrição atua de forma integrada no neurodesenvolvimento, e inadequações — carências ou excessos — nos primeiros anos podem comprometer processos fundamentais. O pediatra é essencial para iden-

tificar riscos precocemente, orientar práticas alimentares adequadas e prevenir impactos duradouros no neurodesenvolvimento.

2. A suplementação medicamentosa e a fortificação de alimentos são apenas complementares e não substituem uma alimentação diversificada e culturalmente adequada, que é a base do crescimento e do desenvolvimento infantil. Cabe ao pediatra indicar suplementações apenas quando necessárias, com base em evidências e no contexto de cada criança.
3. A avaliação nutricional deve ser individualizada e baseada em evidências, com atenção especial a crianças em maior vulnerabilidade — prematuras, com baixo peso ao nascer, com restrições alimentares importantes ou com insegurança alimentar. O pediatra integra dimensões clínicas, sociais e familiares, coordenando o cuidado e promovendo ambientes alimentares saudáveis e equitativos.

## Referências bibliográficas

01. Georgieff MK. Nutrition and the developing brain: nutrient priorities and measurement. *Am J Clin Nutr.* 2007;85:614S-20S.
02. Prado EL, Dewey KG. Nutrition and brain development in early life. *Nutr Rev.* 2014;72:267-84.
03. Koletzko B, Godfrey KM, Poston L, et al. Nutrition during pregnancy, lactation and early childhood. *Ann Nutr Metab.* 2019;74:93-106.
04. Han XD, Ding S, Li J, et al. Global, regional, and national burdens of micronutrient deficiencies. *eClin Med.* 2022;44:101299-101299.
05. Cusick SE, Georgieff MK. The role of nutrition in brain development. *J Pediatr.* 2016;175:16-21.
06. Black RE, Victora CG, Walker SP, et al. Maternal and child undernutrition. *Lancet.* 2013;382:427-51.
07. Silva LSV, Thiapo AP, Souza GG, et al. Micronutrients in pregnancy and lactation. *Rev Bras Saude Mater Infant.* 2007;7:237-44.
08. Parisi F, Di Bartolo I, Savasi VM, et al. Micronutrient supplementation in pregnancy. *Obstet Med.* 2019;12:5-13.
09. Allen LH. Multiple micronutrients in pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr.* 2005;81:1206S-12S.
10. Diniz ABR, Queiroz FJG. Importância da suplementação de ácido fólico. *Rev JRG Est Acad.* 2022;5:11-11.
11. Machado EHS, Leone C, Szarfarc SC. Deficiência de ferro e cognição. *Rev Bras Cresc Desenv Hum.* 2011;21:368-73.
12. Allen LH. Multiple micronutrients in pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr.* 2005;81:1206S-12S.
13. Almeida CAN, Filho-Zotarelli IJ, Almeida MEN, et al. Neuronutrientes e SNC. *Agentes Sist Nerv Cent Quím Med.* 2023;23:1-12.
14. Knobel M, Neto GM. Moléstias da carência crônica de iodo. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2004;48:106-7.
15. Hernandez JAL, Arteaga IH, Zapata AFR, et al. Nutritional status and neurodevelopment. *Rev Cubana Salud Publica.* 2018;44:169-85.
16. Zago JTC, Pinto PAF, Leite RH, et al. Associação entre neurodesenvolvimento e fatores de risco. *Rev CEFAC.* 2017;19:320-9.
17. ENANI. Biomarcadores do estado de micronutrientes: ENANI-2019. Disponível em: <https://enani.nutricao.ufri.br/enani-2019/>. Acesso em: nov 2025.
18. Freitas MB, Castro IRR, Schin RM, et al. Micronutrient supplements in Brazilian children. *Cad Saude Publica.* 2023;39:e00085222-e00085222.
19. Pedraza F, Queiroz D. Micronutrientes no crescimento infantil. *Rev Bras Cresc Desenv Hum.* 2011;21:156-71.
20. Frank Y, Ashwal S. Neurologic disorders associated with nutritional deficiencies. In: Swaiman KF, et al., eds. *Pediatric Neurology*. 5th ed. New York: Elsevier; 2012. p.103.
21. Wachs TD, Georgieff M, Cusick S, et al. Timing of integrated early interventions. *Ann N Y Acad Sci.* 2014;1308:89-106.
22. Ministério da Saúde (BR). Guia alimentar para a população brasileira. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2ed.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf). Acesso em: out 2025.

23. Ministério da Saúde (BR). Guia alimentar para crianças brasileiras <2 anos. Brasília; 2019. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_recomendacoes\\_guia\\_alimentar\\_crianças.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_recomendacoes_guia_alimentar_crianças.pdf). Acesso em: out 2025.
24. World Health Organization. Complementary feeding guidelines. Disponível em: <https://ibfan.org.br/noticias/diretriz-da-oms-para-alimentacao-complementar.html>. Acesso em: out 2025.
25. Victora CG, Bahl R, Barros AJD, et al. Breastfeeding in the 21st century. *Lancet*. 2016;387:475-90.
26. Patnode CD, Henrikson NB, Webber EM, et al. Breastfeeding and child health outcomes. *Pediatrics*. 2025;156:e2025071516-e2025071516.
27. Purkiewicz A, Regin KJ, Mumtaz W, et al. Breastfeeding: impact on development. *Nutrients*. 2025;17:1326-1326.
28. Goulding N, Northstone K, Taylor CM, et al. Breastfeeding duration and neurocognition. *Nutrients*. 2025;17:2847-2847.
29. González JO, Fernández MAR, Esaian S, et al. Breastfeeding, brain structure and cognition. *Pediatr Res*. 2025;1-1.
30. Monteiro CA. Nutrition and health: processing matters. *Public Health Nutr*. 2009;12:729-31.
31. Cozzolino SMF, Michelazzo FB. Biodisponibilidade: conceitos. In: Cozzolino SMF, ed. Biodisponibilidade de nutrientes. 4ª ed. Barueri: Manole; 2012. p.3-10.
32. Huey SL, Mehta NH, Konieczynski EM, et al. Bioaccessibility of biofortified foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2024;64:4500-22.
33. Rodrigues DB, Marques MC, Hacke A, et al. Bioavailability of dietary compounds. *Curr Res Food Sci*. 2022;5:228-33.
34. Lacerda EMA, Bertoni N, Alves-Santos NH, et al. Dietary diversity and UPF intake. *Cad Saude Publica*. 2023;39:e00081422-e00081422.
35. Zhao C, Guan H, Shi H, et al. Dietary diversity and early development. *Matern Child Nutr*. 2021;17:e13073-e13073.
36. World Health Organization. Indicators for assessing infant feeding practices. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240018389>. Acesso em: out 2025.
37. Lu F, Yang C, Yang H, et al. Plant-derived bioactives in early complementary foods. *J Adv Res*. 2025; 1-1.
38. World Health Organization. Healthy diet. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Acesso em: out 2025.
39. Monteiro C, Cannon G, Lawrence M, et al. Ultra-processed foods, diet quality and health. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/>. Acesso em: out 2025.
40. Lane MM, Gamage E, Du S, et al. UPF exposure and health outcomes. *BMJ*. 2024;384:e077310-e077310.
41. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Alimentação infantil: ENANI-2019. Disponível em: <https://enani.nutricao.ufrj.br/wp-content/uploads/2023/10/Relatorio-5-ENANI-2019-Alimentacao-Infantil.pdf>. Acesso em: out 2025.
42. O'Connor LE, Higgins KA, Smiljanec K, et al. Research roadmap on UPFs. *Adv Nutr*. 2023;14: 1255-69.
43. Borba VS, Barbosa SC, Kupski L, et al. Acrylamide in foods for children. *Food Chem*. 2024;457:140086-140086.
44. Mottis G, Kandasamey P, Peleg-Raibstein D. UPFs and brain development. *Front Public Health*. 2025;13:1590083-1590083.
45. Newson JJ, Marinova Z, Thiagarajan TC. Neurotoxic chemicals in food. *Neurosci Biobehav Rev*. 2025;176:106290-106290.
46. Dalamaga M, Kounatidis D, Tsilingiris D, et al. Bisphenols and phthalates in obesity. *Int J Mol Sci*. 2024;25:675-675.
47. Khoury N, Martínez MÁ, Garcidueñas-Fimbres TE, et al. UPF intake and cardiometabolic risk. *JAMA Netw Open*. 2024;7:e2411852-e2411852.
48. Nees S, Lutsiv T, Thompson HJ. Ultra-processed foods—foe or ally? *Nutrients*. 2024;16: 1013-1013.

49. Dash S, Syed YA, Khan MR. Gut microbiome and brain development. *Front Cell Dev Biol.* 2022;10:880544-880544.
50. Heijtz RD, Wang S, Anuar F, et al. Normal gut microbiota modulates brain development. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2011;108:3047-52.
51. Cohen Kadosh K, Muhandi L, Parikh P, et al. Nutritional support for neurodevelopment. *Nutrients.* 2021;13:199-199.
52. Barry MJ, Nicholson WK, Silverstein M, et al. Folic acid to prevent neural tube defects. *JAMA.* 2023;330:454-454.

