

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Medicina**  
**Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia**



Dissertação de Mestrado

**Consumo alimentar e desempenho cognitivo na infância: uma análise da Coorte de  
Nascimentos de Pelotas de 2015**

**Glaucia Treichel Heller**

**Pelotas, 2025**

Glaucia Treichel Heller

**Consumo alimentar e desempenho cognitivo na infância: uma análise da Coorte de  
Nascimentos de Pelotas de 2015**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Epidemiologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa Homsí Dâmaso

Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Thayná Ramos Flores

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação da Publicação

H477c Heller, Glaucia Treichel

Consumo alimentar e desempenho cognitivo na infância [recurso eletrônico] : uma análise da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015 / Glaucia Treichel Heller ; Andréa Homsí Dâmaso, orientadora ; Thaynã Ramos Flores, coorientadora. — Pelotas, 2025.  
138 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Epidemiologia. 2. Consumo alimentar. 3. Inteligência. 4. Infância. 5. Estudos de coorte. I. Dâmaso, Andréa Homsí, orient. II. Flores, Thaynã Ramos, coorient. III. Título.

CDD 614.4

Glaucia Treichel Heller

**Consumo alimentar e desempenho cognitivo na infância: uma análise da Coorte de  
Nascimentos de Pelotas de 2015**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Epidemiologia, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas.

**Data da defesa:**

20 de fevereiro de 2025

**Banca examinadora:**

Profª Drª Andréa Homsí Dâmaso (Orientadora)  
Universidade Federal de Pelotas – Programa de Pós Graduação em Epidemiologia

Profª Drª Iná da Silva dos Santos (Examinadora interna)  
Universidade Federal de Pelotas – Programa de Pós Graduação em Epidemiologia

Profª Drª Ludmila Correa Muniz (Examinadora externa)  
Universidade Federal de Pelotas – Faculdade de Nutrição

## Agradecimentos

Neste momento em que esta etapa chega ao fim, olho para trás e vejo um caminho repleto de desafios e aprendizados que me fizeram crescer enquanto estudante e pesquisadora, mas, sobretudo, como pessoa. Como essa jornada não foi solitária, gostaria de agradecer a todos que fizeram parte dela, em diferentes momentos. Levo comigo um pouco de cada um de vocês!

Inicialmente, agradeço à Universidade Federal de Pelotas, ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, e a todos os professores, funcionários e alunos, pelo conhecimento e as experiências compartilhadas. É um orgulho fazer parte deste programa de excelência! Também agradeço imensamente às professoras Ludmila e Iná por terem aceito fazer parte da banca de avaliação e contribuírem para a qualidade deste trabalho.

Um agradecimento, carregado de gratidão, à minha orientadora, Andréa, que me incentivou e acolheu mesmo nos momentos de maior angústia. Tu és um exemplo de profissional e ser humano! Também sou imensamente grata a minha coorientadora, Thaynã. Sem vocês, essa jornada teria sido muito mais difícil. Obrigada por toda a paciência, disponibilidade e apoio durante essa trajetória.

Agradeço especialmente às minhas amigas do mestrado (e da vida!) pelo incentivo e por acreditarem em mim, quando eu mesma duvidava. Em especial, à Ariane, que esteve comigo desde antes do início dessa jornada. Nada disso seria possível sem o teu apoio! Obrigada por ter sido a força que me faltava nos dias difíceis. Com certeza falharia se tentasse dizer o quanto foste importante. Ao meu grupinho (Ariane, Débora e Vanessa), pelos incontáveis momentos de conversa e desabafo, acompanhados de cafés superfaturados. Vocês trouxeram sentido e alegria a toda essa trajetória. Não seria capaz de expressar o quanto sou grata a vocês.

Ainda, para além do universo acadêmico, sou grata àqueles que estiveram ao meu lado fora da Universidade. Sem vocês, nada teria sido possível.

Agradeço, acima de tudo, à minha família pelo amor e cuidado de uma vida inteira. Aos meus pais, que, com muito esforço e trabalho árduo, investiram e me ensinaram o verdadeiro valor da educação, abrindo caminhos para que eu pudesse chegar até aqui. Sou imensamente grata por lutarem tanto para proporcionar tudo aquilo que um dia lhes faltou. Obrigada por sempre acreditarem em mim e me incentivarem. No fundo, sei que esse sonho nunca foi só meu.

À minha irmã, meu maior exemplo, por compartilhar comigo vivências semelhantes e dividir angústias. Em tantos momentos, foste o ouvido de que precisava!

À minha avó, que, mesmo vindo de uma realidade onde isso tudo parecia distante, acolheu essa ideia e se alegrou a cada passo.

Agradeço ao Fabrício, por todo o amor e paciência. Por ser ouvido para todos os meus dilemas e inseguranças, por todo o incentivo, pela compreensão nos momentos difíceis e, acima de tudo, por acreditar em mim. Cada momento do teu lado foi um refúgio do caos.

Aos amigos, cuja presença, por vezes, falhei em oferecer, mas que, mesmo assim, permaneceram ao meu lado torcendo por mim. Em especial, à Suélen, por estar sempre presente, celebrando cada pequena conquista, e ao Luti, meu primo quase irmão, por garantir almoços e risadas nos momentos em que mais precisei.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Este momento marca apenas o fim de uma etapa. Ainda há um longo caminho pela frente, mas sigo com a certeza de que tenho os melhores ao meu lado. Que venha o doutorado!

*“Sua importância é definida pelas coisas que  
são importantes para você. Seu valor é o  
mesmo das coisas que você valoriza.”*

**John Green, em O Teorema de Katherine**

## Resumo

HELLER, Glaucia Treichel. **Consumo alimentar e desempenho cognitivo na infância**: uma análise da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015. Orientadora: Andréa Homsí Dâmaso. 2025. 138 f. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2025.

Os primeiros anos de vida são cruciais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a inteligência. Esse período é marcado por um rápido desenvolvimento cerebral, durante o qual a alimentação desempenha um papel fundamental, fornecendo energia e nutrientes necessários. Além disso, a infância é uma fase fundamental para o estabelecimento de preferências e hábitos alimentares que podem persistir ao longo da vida e influenciar a saúde futura. Diante da crescente introdução precoce de dietas de baixa qualidade e suas potenciais implicações no desenvolvimento infantil, este estudo teve como objetivo descrever os padrões alimentares aos 2 anos de idade e investigar sua associação com o desempenho cognitivo aos 6-7 anos em crianças da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015 no sul do Brasil. O consumo alimentar foi avaliado por meio de um questionário de consumo habitual aos 2 anos, e os padrões foram identificados por meio de análise de componentes principais. O desempenho cognitivo foi avaliado utilizando a Escala Wechsler de Inteligência para Crianças (4ª edição) aos 6-7 anos, que forneceu pontuações de quociente de inteligência (QI). A amostra analítica incluiu 3.483 crianças com informações disponíveis. Foram obtidos dois padrões alimentares que explicaram 23,2% da variância total. As associações foram testadas utilizando modelos de regressão linear bruto e ajustado. O padrão alimentar não saudável – caracterizado por salgadinhos, macarrão instantâneo, biscoitos doces, guloseimas, refrigerantes, embutidos e carnes processadas – esteve negativamente associado com as pontuações de QI ( $p < 0,001$ ). Análises exploratórias sugerem que déficits no início da vida (peso, altura ou perímetro cefálico para a idade) podem amplificar os efeitos negativos do padrão alimentar não saudável no QI ( $p$  de interação = 0,020). Crianças com uma alta adesão ao padrão não saudável e déficits no início da vida apresentaram uma redução média de 4,78 pontos no QI (IC 95%: -7,06; -2,49), enquanto aquelas sem déficits apresentaram redução de 2,24 pontos (IC 95%: -3,35; -1,13), em comparação àquelas com baixa adesão, mesmo após ajustes. Por outro lado, nenhuma associação estatisticamente significativa foi encontrada entre o padrão alimentar saudável – caracterizado por feijão, comidas salgadas, frutos, sucos naturais, verduras e legumes – e as pontuações de QI. Os resultados que uma dieta pouco saudável na primeira infância pode prejudicar o desempenho cognitivo, principalmente em crianças com déficits na primeira infância.

**Palavras-chave:** Consumo alimentar; Padrões alimentares; Desempenho cognitivo; Quociente de inteligência; Infância; Déficits; Estudos de coorte.

## **Abstract**

HELLER, Glaucia Treichel. **Dietary intake and cognitive performance in childhood:** an analysis of the 2015 Pelotas Birth Cohort. Advisor: Andréa Homsí Dâmaso. 2025. 138 f. Dissertation (Masters in Epidemiology) – Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2025.

The early years of life are crucial for cognitive the development of cognitive abilities, including intelligence. This period is marked by rapid brain development, in which nutrition plays an essential role, providing the energy and nutrients needed. Additionally, childhood is a key stage for establishing food preferences and dietary habits that may persist throughout life and influence long-term health. Given the increasing trend of early exposure to low-quality diets and their potential implications on child development, this study aimed to describe dietary patterns at 2 years of age and investigate their association with cognitive performance at 6-7 years in children from the 2015 Pelotas Birth Cohort in southern Brazil. Dietary intake at 2 years was assessed using a habitual food consumption questionnaire, and dietary patterns were identified through principal component analysis. Cognitive performance was measured at 6-7 years using the Wechsler Intelligence Scale for Children (4th edition), which provided intelligence quotient (IQ) scores. The analytical sample included 3,483 children with available data. Two dietary patterns were identified, explaining 23.2% of the total variance. Associations were tested using crude and adjusted linear regression models. The unhealthy dietary pattern – characterized by snacks, instant noodles, sweet biscuits, candies and sweets, soft drinks, sausages, and processed meats – was negatively associated with IQ ( $p < 0.001$ ). Exploratory analyses suggest that early-life deficits (weight, height, or head circumference for age), may amplify the negative effects of unhealthy dietary pattern on IQ (interaction  $p = 0.020$ ). Children with high adherence to this pattern and early-life deficits showed a 4.78-point IQ reduction (95% CI: -7.06; -2.49), while those without deficits had a 2.24-point reduction (95% CI: -3.35; -1.13), compared to those with low adherence, even after adjustments. However, no significant associations were found between the healthy dietary pattern – characterized by beans, baby foods, fruits, vegetables, and natural fruit juices – and IQ scores. These findings suggest that an unhealthy diet in early childhood may impair cognitive performance, particularly in children with early-life deficits.

**Keywords:** Dietary intake; Dietary patterns; Cognitive performance; Intelligence quotient; Childhood; Deficits; Cohort studies.

## **Apresentação**

A presente dissertação de mestrado foi elaborada em conformidade com o regimento do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, pela mestranda Glaucia Treichel Heller, sob a orientação da professora doutora Andréa Homsí Dâmaso e coorientação da doutora Thaynã Ramos Flores.

Este volume é composto por cinco partes: projeto de pesquisa, relatório de atividades, artigo original, comunicado à imprensa e apêndice. A defesa do projeto de pesquisa ocorreu em 30 de novembro de 2023, tendo como examinadora a professora doutora Iná da Silva dos Santos. A banca avaliadora da dissertação é formada pela professora doutora Iná da Silva dos Santos e pela professora doutora Ludmila Correa Muniz, convidada externa vinculada à Faculdade de Nutrição.

O artigo original, integrante deste volume e produto final da dissertação, intitulado “**Dietary patterns at age 2 and cognitive performance at ages 6-7: an analysis of the 2015 Pelotas Birth Cohort (Brazil)**”, será submetido ao periódico *British Journal of Nutrition*.

## Sumário

|      |                                           |     |
|------|-------------------------------------------|-----|
| I.   | PROJETO DE PESQUISA .....                 | 11  |
| II.  | RELATÓRIO DE ATIVIDADES .....             | 94  |
| III. | MODIFICAÇÕES DO PROJETO DE PESQUISA ..... | 96  |
| IV.  | ARTIGO ORIGINAL .....                     | 101 |
| V.   | COMUNICADO À IMPRENSA .....               | 133 |
| VI.  | APÊNDICE .....                            | 136 |

## **I. PROJETO DE PESQUISA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Medicina**  
**Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia**



Projeto de Pesquisa

**Consumo alimentar e desenvolvimento cognitivo na infância: uma análise da Coorte de  
Nascimentos de Pelotas de 2015**

**Glaucia Treichel Heller**

**Pelotas, 2023**

**Glaucia Treichel Heller**

**Consumo alimentar e desenvolvimento cognitivo na infância: uma análise da Coorte de  
Nascimentos de Pelotas de 2015**

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Epidemiologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa Homsí Dâmaso

Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Thaynã Ramos Flores

Pelotas, 2023

## Definição de termos e abreviaturas

|                 |                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>ABEP</b>     | Associação Brasileira de Empresa e Pesquisa                   |
| <b>ABRASCO</b>  | Associação Brasileira de Saúde Coletiva                       |
| <b>AGCC</b>     | Ácidos graxos de cadeia curta                                 |
| <b>AGI</b>      | Ácidos graxos insaturados                                     |
| <b>AGPI</b>     | Ácidos graxos poli-insaturados                                |
| <b>AGS</b>      | Ácidos graxos saturados                                       |
| <b>AIG</b>      | Adequadas para a idade gestacional                            |
| <b>ALSPAC</b>   | <i>Avon Longitudinal Study of Parents and Children</i>        |
| <b>BDNF</b>     | Fator neurotrófico derivado do cérebro                        |
| <b>BSDS</b>     | <i>Baltic Sea Diet Score</i>                                  |
| <b>BSID</b>     | <i>Bayley Scales of Infant Development</i>                    |
| <b>CAPES</b>    | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior   |
| <b>CNPq</b>     | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| <b>DASH</b>     | <i>Dietary Approaches to Stop Hypertension</i>                |
| <b>DECIT-MS</b> | Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde   |
| <b>DM</b>       | Dieta mediterrânea                                            |
| <b>DP</b>       | Desvio-padrão                                                 |
| <b>DQS</b>      | <i>Diet-Quality Scores</i>                                    |
| <b>EAT</b>      | <i>Eating Assessment Toddlers</i>                             |
| <b>EPDS</b>     | <i>Edinburgh Postnatal Depression Scale</i>                   |
| <b>FAPERGS</b>  | Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul  |
| <b>GMDS</b>     | <i>Griffiths Mental Development Scales</i>                    |

|               |                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------|
| <b>ICV</b>    | Índice de compreensão verbal                            |
| <b>IMC</b>    | Índice de massa corporal                                |
| <b>IMO</b>    | Índice de memória operacional                           |
| <b>IOM</b>    | <i>Institute of Medicine</i>                            |
| <b>IOP</b>    | Índice de organização perceptual                        |
| <b>IVP</b>    | Índice de velocidade de processamento                   |
| <b>KIDMED</b> | <i>Quality Index for Children and Adolescents</i>       |
| <b>LCA</b>    | Análise de classe latente                               |
| <b>MeSH</b>   | <i>Medical Subject Headings</i>                         |
| <b>MSCA</b>   | <i>McCarthy Scales of Children's Abilities</i>          |
| <b>NH</b>     | Neurogênese no hipocampo                                |
| <b>NSE</b>    | Nível socioeconômico                                    |
| <b>OMS</b>    | Organização Mundial da Saúde                            |
| <b>OR</b>     | <i>Odds ratio</i>                                       |
| <b>PAFAS</b>  | <i>Parent and Family Adjustment Scales</i>              |
| <b>PCA</b>    | Análise de componentes principais                       |
| <b>PCFA</b>   | Análise fatorial exploratória de componentes principais |
| <b>PIG</b>    | Pequenas para a idade gestacional                       |
| <b>PNDS</b>   | Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde                 |
| <b>PNS</b>    | Pesquisa Nacional de Saúde                              |
| <b>PPVT</b>   | <i>Peabody Picture Vocabulary Test</i>                  |
| <b>QFA</b>    | Questionário de frequência alimentar                    |
| <b>QI</b>     | Quociente de inteligência                               |
| <b>RRR</b>    | Regressão por redução de posto                          |
| <b>RS</b>     | Rio Grande do Sul                                       |

|                |                                                                                          |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SB</b>      | <i>Stanford-Binet Intelligence Scale</i>                                                 |
| <b>TCLE</b>    | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido                                               |
| <b>VIGITEL</b> | Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico |
| <b>WHO</b>     | <i>World Health Organization</i>                                                         |
| <b>WISC</b>    | <i>Wechsler Intelligence Scale for Children</i>                                          |
| <b>WPPSI</b>   | <i>Wechsler Pre-School and Primary Scale of Intelligence</i>                             |

## SUMÁRIO

|         |                                                                         |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | INTRODUÇÃO.....                                                         | 19 |
| 2       | REFERENCIAL TEÓRICO.....                                                | 20 |
| 2.1     | Alimentação na infância .....                                           | 20 |
| 2.1.1   | Formação de hábitos e preferências alimentares .....                    | 20 |
| 2.1.2   | Perfil da alimentação infantil.....                                     | 21 |
| 2.1.3   | Abordagens para avaliar o consumo alimentar.....                        | 21 |
| 2.2     | Desenvolvimento cognitivo na infância .....                             | 22 |
| 2.2.1   | Características do processo de desenvolvimento.....                     | 22 |
| 2.2.2   | Medidas de desempenho cognitivo.....                                    | 24 |
| 2.2.3   | Fatores associados ao desempenho cognitivo.....                         | 26 |
| 2.3     | Relação entre alimentação na infância e desenvolvimento cognitivo ..... | 27 |
| 2.4     | Revisão da literatura .....                                             | 28 |
| 2.4.1   | Caracterização dos estudos incluídos na revisão .....                   | 31 |
| 2.4.2   | Resultados dos estudos incluídos na revisão .....                       | 37 |
| 2.4.2.1 | Padrões alimentares.....                                                | 37 |
| 2.4.2.2 | Qualidade da dieta.....                                                 | 39 |
| 2.4.3   | Fatores de confusão destacados .....                                    | 40 |
| 2.4.4   | Principais limitações apresentadas .....                                | 41 |
| 2.4.5   | Conclusão sobre os estudos incluídos na revisão .....                   | 42 |
| 3       | MARCO TEÓRICO.....                                                      | 50 |
| 3.1     | Fatores genéticos .....                                                 | 50 |
| 3.2     | Fatores socioeconômicos e demográficos .....                            | 51 |
| 3.3     | Fatores pré-natais.....                                                 | 52 |
| 3.4     | Fatores perinatais .....                                                | 54 |
| 3.5     | Características da criança .....                                        | 54 |
| 3.6     | Fatores psicossociais.....                                              | 55 |
| 3.7     | Fatores relacionados à infância.....                                    | 56 |
| 3.8     | Consumo alimentar .....                                                 | 58 |
| 3.8.1   | Determinantes do consumo alimentar .....                                | 58 |
| 3.8.2   | Relação entre consumo alimentar e capacidade cognitiva.....             | 59 |
| 4       | JUSTIFICATIVA.....                                                      | 62 |
| 5       | OBJETIVOS.....                                                          | 64 |

|         |                                                           |    |
|---------|-----------------------------------------------------------|----|
| 5.1     | Objetivo geral ..                                         | 64 |
| 5.2     | Objetivos específicos .....                               | 64 |
| 6       | HIPÓTESES .....                                           | 65 |
| 7       | METODOLOGIA .....                                         | 66 |
| 7.1     | Delineamento .....                                        | 66 |
| 7.1.1   | Delineamento do estudo e justificativa para escolha ..... | 66 |
| 7.1.2   | Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015 .....            | 66 |
| 7.2     | População-alvo .                                          | 67 |
| 7.3     | CrITÉrios de inclusão .....                               | 68 |
| 7.4     | CrITÉrios de exclusão.....                                | 68 |
| 7.5     | Instrumentos .....                                        | 68 |
| 7.5.1   | Instrumento para coleta do desfecho .....                 | 68 |
| 7.5.2   | Instrumento para coleta da exposição principal.....       | 69 |
| 7.6     | Operacionalização das variáveis.....                      | 70 |
| 7.6.1   | Operacionalização do desfecho .....                       | 70 |
| 7.6.2   | Operacionalização das variáveis independentes.....        | 70 |
| 7.6.2.1 | Exposição principal .....                                 | 70 |
| 7.6.2.2 | Covariáveis .....                                         | 70 |
| 7.7     | Controle de qualidade .....                               | 72 |
| 7.8     | Cálculo de poder .....                                    | 73 |
| 7.9     | Análise dos dados .....                                   | 73 |
| 8       | ASPECTOS TICOS .....                                     | 75 |
| 9       | LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....                               | 76 |
| 10      | DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS .....                           | 77 |
| 11      | FINANCIAMENTO.....                                        | 78 |
| 12      | CRONOGRAMA .....                                          | 79 |
| 13      | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                          | 80 |

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento é um processo de mudança que ocorre ao longo da vida, abrangendo os domínios físico, socioemocional e cognitivo, resultado da interação entre fatores genéticos e ambientais. Os primeiros anos de vida são particularmente importantes, pois o desenvolvimento ocorre em todos os domínios, sendo um período crucial para o desenvolvimento cerebral e a formação da base das funções cognitivas (GRANTHAM-MCGREGOR et al., 2007; SANTROCK, 2011; SHONKOFF; PHILLIPS, 2000a; THOMPSON; NELSON, 2001).

Durante essa etapa de rápido crescimento cerebral e maior suscetibilidade à influência de fatores ambientais, a alimentação e nutrição adequadas desempenham um papel fundamental na formação e desenvolvimento do cérebro, modulando esse processo por meio do fornecimento de energia e nutrientes e contribuindo para o desenvolvimento geral infantil (ANJOS et al., 2013; PRIES; FILTEAU; FERGUSON, 2019).

Além da nutrição nos primeiros anos de vida, a primeira infância representa um período importante na formação de preferências e hábitos alimentares, que evoluem sob a influência de vários fatores à medida que as crianças crescem (PEREIRA et al., 2022; VENTURA; WOROBEY, 2013). Concomitantemente, a plasticidade estrutural e funcional do cérebro continua a se aprimorar ao longo deste período, o que mantém o cérebro sensível à influência da alimentação durante esse processo contínuo de crescimento e desenvolvimento (MOU et al., 2023).

Esse conjunto de fatores tem impulsionado diversas pesquisas, com inúmeros estudos focando principalmente nos benefícios da amamentação e na importância da ingestão de micronutrientes específicos para o desenvolvimento cognitivo (ANJOS et al., 2013; GOLLEY et al., 2013; HORTA; LORET DE MOLA; VICTORA, 2015). No entanto, está se tornando cada vez mais evidente a importância de avaliar a dieta de forma geral, uma abordagem que reflita melhor o panorama do consumo alimentar e englobe os efeitos antagonistas e sinérgicos entre os diversos componentes da alimentação. Entre as abordagens utilizadas estão métodos *a priori* e *a posteriori*, como índices de qualidade da dieta e padrões alimentares; abordagens que podem ser mais facilmente traduzidas em mensagens de saúde pública (ALLÈS et al., 2012; HAAPALA et al., 2015; KANT, 2004; TUCKER, 2010).

Nesse contexto, a tendência global contínua de transição da alimentação para dietas não saudáveis também afeta a qualidade da alimentação na infância, à medida que a maioria das crianças adota cada vez mais cedo dietas de baixa qualidade, o que tem suscitado preocupações recorrentes sobre seu efeito no desenvolvimento cognitivo e cerebral (MOU et al., 2023).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Alimentação na infância**

#### **2.1.1 Formação de hábitos e preferências alimentares**

O reconhecimento de sabores e odores começa a se desenvolver antes mesmo do nascimento, por meio da exposição fetal à dieta materna, período em que os sistemas gustativo e olfativo estão sendo amplamente desenvolvidos. Durante a gestação, o feto ingere e inala líquido amniótico que pode conter compostos aromáticos provenientes da dieta da mãe. Essa exposição pode aumentar a aceitação e preferência por alimentos de sabor semelhante durante o desmame (FORESTELL, 2016; GAHAGAN, 2012).

Após o nascimento, a dieta materna ainda exerce influência através da amamentação e, ao contrário dos bebês alimentados com certos tipos de fórmula, os bebês amamentados são expostos a uma variedade de sabores transmitidos através do leite materno (BIRCH; FISHER, 1998). A amamentação pode exercer um impacto indireto, porém positivo, no comportamento alimentar posterior, ao favorecer a aceitação de sabores da dieta materna transmitidos pelo leite materno. Em consequência, bebês que são amamentados por mães com dietas diversificadas podem apresentar menor seletividade alimentar e maior propensão a experimentar novos alimentos (BIRCH; SAVAGE; VENTURA, 2007; COSMI; SCAGLIONI; AGOSTONI, 2017).

Ao longo dos primeiros anos de vida, as crianças passam por uma transição de uma dieta predominantemente à base de leite para uma dieta mais diversificada, o que lhes permite experimentar e aprender sobre os alimentos diretamente, através da experimentação, e indiretamente, através da observação de comportamentos alimentares das pessoas ao seu redor (BIRCH; SAVAGE; VENTURA, 2007; VENTURA; WOROBEY, 2013).

Portanto, as preferências alimentares têm suas raízes na infância, sendo influenciadas pelas primeiras experiências proporcionadas pelo ambiente alimentar no qual as crianças estão inseridas. Desde o contato do feto com o líquido amniótico até a fase de introdução alimentar da criança, esse período representa um momento sensível na formação das preferências alimentares, que podem perdurar ao longo da vida (COSMI; SCAGLIONI; AGOSTONI, 2017; VENTURA; WOROBEY, 2013). A configuração do ambiente alimentar na infância é fortemente influenciada pelos pais ou cuidadores, que desempenham um papel central na exposição das crianças aos diferentes tipos de alimentos. Além disso, eles moldam o contexto no qual essas experiências alimentares se desenvolvem, incluindo crenças, práticas culturais, comportamentos, interações e emoções associadas a elas (DE COSMI; SCAGLIONI; AGOSTONI, 2017; NICKLAUS, 2016).

Conforme as crianças crescem e se tornam mais independentes, o ambiente alimentar também passa por mudanças, uma vez que elas interagem mais com o mundo externo. Portanto, estas preferências sofrem modificações devido à influência de outros fatores e tendem, com o passar do tempo, a serem mais orientadas por aspectos sociais, econômicos e de saúde (SCAGLIONI et al., 2018; VENTURA; WOROBEY, 2013).

### **2.1.2 Perfil da alimentação infantil**

Nos últimos anos, mudanças significativas nos padrões globais de alimentação têm resultado em elevado consumo de alimentos não saudáveis e altamente processados. Estas mudanças, que se iniciaram décadas atrás em nações de maior renda, hoje afetam diversas regiões e classes socioeconômicas em todo o mundo, constituindo um fenômeno global (CALCATERRA et al., 2023; POPKIN, 2011).

A crescente disponibilidade de alimentos ultraprocessados em países de baixa e média renda é uma tendência preocupante, uma vez que eles vêm sendo introduzidos cada vez mais precocemente na alimentação infantil, podendo ter implicações significativas para a saúde (PEREIRA et al., 2022; PRIES; FILTEAU; FERGUSON, 2019). Conforme o Guia Alimentar para Crianças Brasileiras, esses alimentos são caracterizados por sua alta densidade energética, conteúdo elevado de açúcar, gordura saturada, sódio e aditivos, sendo desaconselhados para crianças menores de dois anos de idade (BRASIL, 2019).

A exposição a alimentos altamente energéticos e com baixo teor nutricional durante a primeira infância pode substituir a ingestão de outros alimentos ricos em nutrientes e criar preferências por sabores similares ao longo da vida. Dessa forma, há um aumento potencial de risco de uma ingestão insuficiente de nutrientes essenciais para o desenvolvimento infantil (CALCATERRA et al., 2023; PRIES; FILTEAU; FERGUSON, 2019).

A nutrição adequada durante a primeira infância é fundamental para garantir o crescimento, saúde e desenvolvimento pleno das crianças. Desde o desenvolvimento fetal até a infância, a qualidade e quantidade de nutrientes desempenham um papel crucial. A má nutrição não só aumenta o risco de doenças, mas também pode influenciar negativamente na função imunológica do corpo, na regulação do gasto de energia e no desenvolvimento cognitivo posterior (WHO, 2017).

### **2.1.3 Abordagens para avaliar o consumo alimentar**

A análise convencional na epidemiologia nutricional frequentemente segmenta os efeitos das exposições em alimentos e nutrientes, entretanto, essa abordagem pode apresentar

algumas limitações devido à natureza correlacionada de alguns nutrientes. Além disso, a alimentação é extremamente complexa e concentrar-se exclusivamente em um alimento ou nutriente pode ser questionável quando pretende-se estimar o efeito integral da dieta (AMBROSINI, 2014; HU, 2002).

Avaliar a saúde com base na dieta como um todo, em vez de se concentrar apenas nos nutrientes, alimentos ou grupos de alimentos isoladamente, é uma abordagem mais precisa, uma vez que reflete melhor a realidade de consumo alimentar de uma população específica. Isso ocorre porque as pessoas consomem combinações de alimentos que contêm uma variedade de nutrientes que podem interagir de maneira antagônica ou sinérgica. Essas combinações refletem as preferências alimentares individuais, que são influenciadas por fatores genéticos e ambientais, incluindo fatores culturais, sociais, econômicos, de saúde e de estilo de vida (ALLÈS et al., 2012; AMBROSINI, 2014; KANT, 2004; NAVEED et al., 2020).

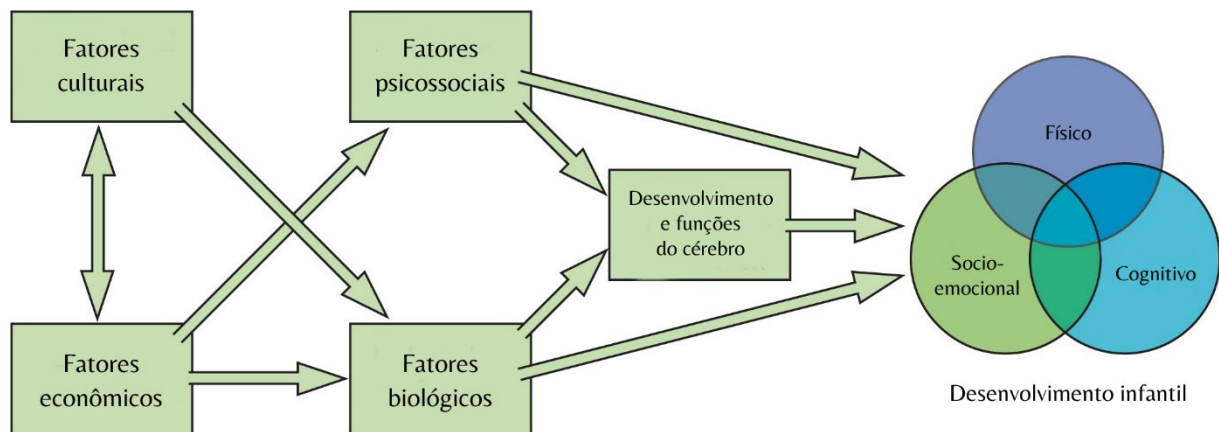
Neste sentido, existem duas abordagens distintas para avaliar a exposição alimentar geral que são comumente utilizadas: (a) índices ou pontuações de qualidade da dieta (método *a priori*), baseado na variedade alimentar, concordância com orientações e diretrizes nutricionais ou baseada na avaliação de características da dieta mediterrânea, na qual a adesão dos sujeitos a uma dieta saudável pré-definida é resumida em uma pontuação e (b) padrões alimentares (método *a posteriori*), obtidos por meio de análises estatísticas exploratórias que resumem a exposição alimentar, visando a redução da dimensão, por meio de técnicas de análise fatorial ou análises de cluster; e refletem a ingestão alimentar habitual de uma determinada população, independentemente de suposições sobre os efeitos benéficos ou prejudiciais. Outro método utilizado para derivar padrões alimentares é baseado na regressão por redução de posto (*reduced rank regression* - RRR, em inglês), que combina métodos *a priori* e *a posteriori* (ALLÈS et al., 2012; EMMETT; JONES; NORTHSTONE, 2015; HOFFMANN et al., 2004; HU, 2002; KANT, 2004; SILVA et al., 2011; TUCKER, 2010).

## **2.2 Desenvolvimento cognitivo na infância**

### **2.2.1 Características do processo de desenvolvimento**

O desenvolvimento humano é um processo de mudança que ocorre ao longo da vida, dentro de determinado contexto e em diferentes momentos do ciclo vital, como resultado da interação entre fatores genéticos e ambientais (GRANTHAM-MCGREGOR et al., 2007; SANTROCK, 2011).

Este processo é multidimensional e abrange três domínios principais, os quais estão inter-relacionados e não atuam de forma independente. São classificados em: **desenvolvimento físico**, incluindo o crescimento corporal e cerebral, os padrões de mudanças nas capacidades sensoriais, habilidades motoras, bem como alterações na percepção dos indivíduos sobre o mundo físico; **desenvolvimento socioemocional**, que abrange o padrão de mudanças nas emoções e personalidade, assim como as relações de um indivíduo consigo mesmo e com os outros; e o **desenvolvimento cognitivo**, que envolve o padrão de mudanças nas habilidades mentais, como aprendizagem, atenção, memória, linguagem, pensamento, raciocínio e criatividade (BEE; BOYD, 2011; PAPALIA; FELDMAN; MARTORELL, 2013).

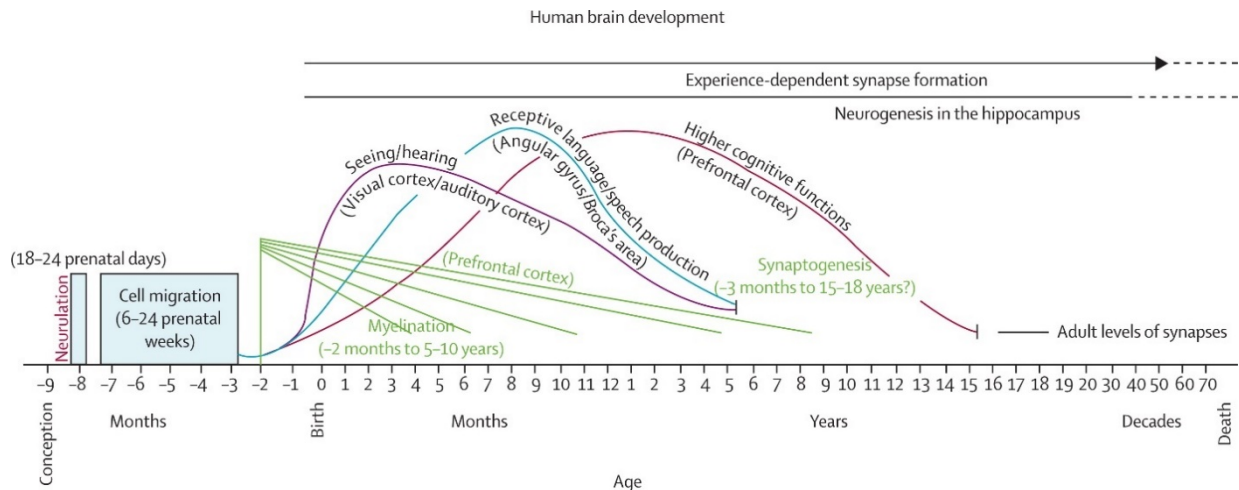


**Figura 1.** Fatores que influenciam os domínios do desenvolvimento infantil.

Fonte: adaptado de WALKER et al., 2007

Dentre os fatores ambientais, os aspectos econômicos e o contexto sociocultural desempenham um papel crucial na determinação de fatores psicossociais e biológicos, moldando o desenvolvimento infantil ao influenciar a estrutura e o funcionamento cerebral (Figura 1) (WALKER et al., 2007).

Os primeiros anos de vida são particularmente importantes pois o desenvolvimento ocorre em todos os domínios. O cérebro se desenvolve rapidamente em diferentes momentos por meio processos como neurogênese, crescimento axonal e dendrítico, sinaptogênese, morte celular, poda sináptica, mielinização e gliogênese (Figura 2). Pequenas perturbações nesses processos podem ter efeitos duradouros na estrutura e função cerebrais (GRANTHAM-MCGREGOR et al., 2007; THOMPSON; NELSON, 2001).



**Figura 2.** Desenvolvimento do cérebro humano.

Fonte: GRANTHAM-MCGREGOR et al., 2007

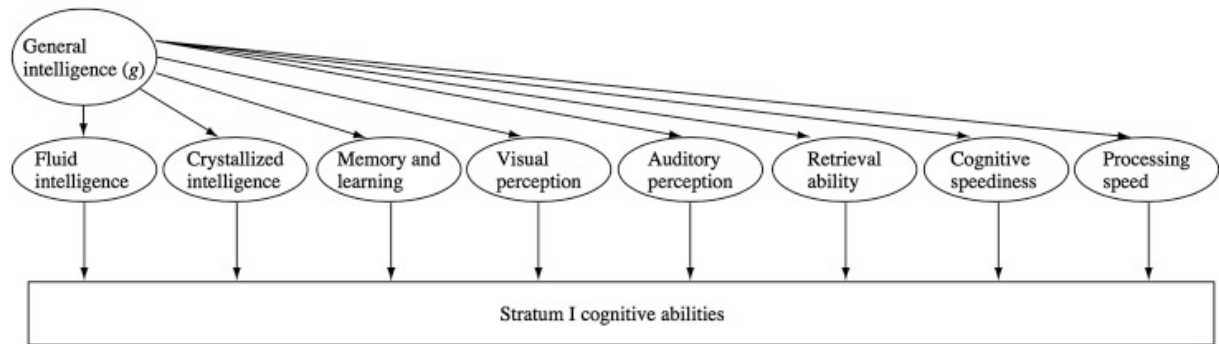
## 2.2.2 Medidas de desempenho cognitivo

As habilidades cognitivas podem ser organizadas em uma hierarquia: no nível inferior estão as habilidades cognitivas específicas, como raciocínio sequencial geral, desenvolvimento da linguagem, memória associativa, relações espaciais, discriminação de sons da fala, fluência ideacional, facilidade numérica e tempo de reação de escolha. No nível seguinte, encontram-se habilidades cognitivas amplas, como inteligência fluida, inteligência cristalizada, memória geral, aprendizagem, percepção visual ampla e percepção auditiva ampla. No topo dessa hierarquia está a inteligência geral (g) (ABAD; QUIROGA; COLOM, 2017). A Figura 3 ilustra essa organização hierárquica das habilidades cognitivas.

A inteligência (g) é um traço quantitativo que reflete a covariância positiva entre diferentes habilidades cognitivas, indicando que a variação em habilidades específicas é causada pelas diferenças das pessoas na inteligência (g) (DAVIES et al., 2011). Dessa forma, resultados de testes cognitivos estão positivamente correlacionados, o que significa que uma pessoa que obtiver pontuações altas em um tipo de teste cognitivo também terá um desempenho comparativamente bom em outros testes, não importa quão diferentes pareçam ser as habilidades cognitivas avaliadas (DEARY; COX; HILL, 2022; PLOMIN; VON STUMM, 2018).

Na literatura, observamos uma diversidade de nomenclaturas para se referir à “inteligência”. Este é apenas um dos termos usados para descrever as variações nas habilidades de pensamento humano. Além disso, existem outros termos frequentemente empregados, quase como sinônimos, tais como capacidade cognitiva, desempenho cognitivo, funcionamento

cognitivo e capacidade mental. Em algumas situações, o termo quociente de inteligência (QI) é empregado, embora possua um significado específico dentro do contexto da psicometria (DEARY; COX; HILL, 2022).



**Figura 3.** Organização hierárquica das habilidades cognitivas.

Fonte: ABAD; QUIROGA; COLOM, 2017

Testes psicométricos são frequentemente utilizados para avaliar diferenças individuais nas habilidades cognitivas em crianças e adolescentes. Geralmente estas medidas são feitas por testes de inteligência, que fornecem pontuações de QI (BÜNGER et al., 2021). Essas pontuações representam uma medida que engloba diversas habilidades de processamento, incluindo aspectos verbais e não-verbais, como vocabulário, conhecimento geral, raciocínio, memória de curto prazo e velocidade de processamento de informações, representando assim um construto da inteligência. Em geral, os testes de inteligência são considerados instrumentos confiáveis e válidos para medir habilidades cognitivas, quando interpretados em um contexto conceitual que não exagere seu significado ou suas implicações para o desenvolvimento infantil (BRAATEN; NORMAN, 2006).

Existem diferentes tipos de testes de inteligência e, embora os testes variem em conteúdo e forma, eles tendem a medir a mesma inteligência (g). Portanto, a escolha do teste mais adequado para um indivíduo dependerá, principalmente, de sua idade (ABAD; QUIROGA; COLOM, 2017).

Os instrumentos mais utilizados para medir a inteligência de crianças e adolescentes são as escalas de inteligência de Wechsler e a escala de Stanford-Binet. Entre as variações da escala Wechsler estão a *Wechsler Pre-School and Primary Scale of Intelligence* (WPPSI) e a *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC) (BEE; BOYD, 2011).

A WPPSI-IV (quarta edição) é destinada para avaliar a inteligência de crianças em idade pré-escolar, entre dois anos e meio e sete anos de idade e fornece uma medida de QI em escala

total e cinco índices principais que avaliam: compreensão verbal, capacidade visual-espacial, raciocínio fluído e velocidade de processamento (ABAD; QUIROGA; COLOM, 2017). Para crianças e adolescentes, em idade escolar, entre seis e 16 anos de idade, é utilizada a WISC-IV (quarta edição) que possui quatro escalas ou índices: compreensão verbal, raciocínio perceptual, velocidade de processamento e memória operacional, avaliados por meio de dez subtestes. O WISC-IV também fornece uma pontuação de QI em escala total, que leva em consideração todos os índices (BEE; BOYD, 2011; BRAATEN; NORMAN, 2006; VIDAL; FIGUEIREDO; NASCIMENTO, 2011).

A *Stanford-Binet Intelligence Scale* (SB) é utilizada em crianças a partir dos dois anos de idade e mede cinco dimensões cognitivas: raciocínio fluído, raciocínio quantitativo, conhecimento, processamento visual e espacial e memória de trabalho. A quinta edição permite comparações do desempenho verbal e não verbal e fornece o QI em escala total e pontuações para cada uma das dimensões cognitivas (PAPALIA; FELDMAN; MARTORELL, 2013).

Por sua vez, a *McCarthy Scales of Children's Abilities* (MSCA) mede a capacidade cognitiva em seis áreas de domínio: verbal, desempenho perceptual, quantitativo, memória, motor e cognitivo geral (SCHRADER; D'AMATO, 2011); enquanto a *Griffiths Mental Development Scales* (GMDS) aborda seis domínios cognitivos: locomotor, pessoal-social, audição e linguagem, coordenação olho-mão, desempenho e raciocínio prático (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021).

Também existem alguns testes que avaliam apenas uma habilidade ou aspecto da inteligência (g), como o *Peabody Picture Vocabulary Test* (PPVT), que avalia habilidades verbais, e as Matrizes Progressivas Coloridas de Raven, que avaliam a capacidade de raciocínio não verbal (BEE; BOYD, 2011).

Para crianças menores de três anos de idade, existem testes que avaliam o desenvolvimento infantil, medindo habilidades sensoriais, motoras e competências linguísticas iniciais. Dentre estas escalas, a *Bayley Scales of Infant Development* (BSID) é amplamente utilizada, assim como o teste de Denver, entretanto estas medidas não são capazes de prever pontuações de QI posterior (BEE; BOYD, 2011; BRAATEN; NORMAN, 2006).

### 2.2.3 Fatores associados ao desempenho cognitivo

Assim como em relação a qualquer outra característica humana, a inteligência apresenta variações individuais resultantes da interação entre fatores genéticos e ambientais (MAKHARIA et al., 2016). Estudos sugerem que uma proporção substancial, aproximadamente metade, das diferenças individuais no desempenho em testes de inteligência

se deve à influência genética, enquanto o restante está relacionado ao ambiente ou a interações entre ambos (BEE; BOYD, 2011).

A amplitude de variação para pontuações de QI é de aproximadamente 20 a 25 pontos. Essa variação é determinada pelo ambiente, com base em uma faixa de funcionamento potencial com limites superiores e inferiores, que são determinados por fatores genéticos. Isto é, dada uma herança genética específica (um genótipo), o desempenho real de uma criança num teste de QI (o fenótipo) pode variar dentro dos limites genéticos, dependendo do ambiente em que a criança cresce (BEE; BOYD, 2011).

Os fatores ambientais incluem a qualidade do ambiente doméstico e das oportunidades educacionais e de ensino, acesso a experiências estimulantes e recursos de conhecimento, cuidadores que estimulam a resolução de problemas, nutrição adequada, apoio social, envolvimento parental e ambiente linguístico enriquecido (BRAATEN; NORMAN, 2006). Contudo, estes fatores são predominantemente de natureza proximal e frequentemente são influenciados por fatores mais distais, como a condição socioeconômica familiar, que tende a impactar diversos mecanismos de risco (SANTOS et al., 2008).

### **2.3 Relação entre alimentação na infância e desenvolvimento cognitivo**

O desenvolvimento cerebral é geneticamente determinado, mas a plasticidade cerebral, que corresponde a capacidade de responder a experiências, desempenha um papel significativo na modificação do cérebro ao longo da vida. A plasticidade cerebral é mais pronunciada nos primeiros anos de vida, tornando o cérebro mais suscetível à influência ambiental nesse período (BEE; BOYD, 2011; PAPALIA; FELDMAN; MARTORELL, 2013). Neste sentido, o desenvolvimento cerebral é um processo contínuo que abrange períodos críticos e sensíveis. Os períodos críticos são caracterizados por janelas temporais relativamente curtas, nas quais a falta de determinadas condições básicas pode resultar em limitações permanentes no desenvolvimento. Em contrapartida, os períodos sensíveis oferecem uma janela mais ampla de tempo durante a qual o cérebro é suscetível a estímulos específicos (BENTON, 2010).

Os primeiros mil dias, que englobam o período intrauterino e os primeiros dois anos de vida, são considerados críticos para o desenvolvimento cognitivo, uma vez que é nesse período que ocorrem os principais processos de formação do cérebro (GRANTHAM-MCGREGOR et al., 2007; LIKHAR; PATIL, 2022; THOMPSON; NELSON, 2001). Portanto, esse período requer uma dieta materna e, posteriormente, uma dieta na infância adequada, a fim de garantir

um crescimento e desenvolvimento saudáveis das funções cerebrais, essenciais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas ao longo da vida (PRADO; DEWEY, 2014).

Há crescentes evidências do impacto da nutrição nesse processo, envolvendo diversos mecanismos que afetam a estrutura e as funções cerebrais, incluindo influências como a amamentação (HORTA; LORET DE MOLA; VICTORA, 2015) e a ingestão de nutrientes específicos, como proteínas, ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), vitaminas do complexo B, ferro, zinco e iodo (ANJOS et al., 2013). No entanto, embora existam evidências concentradas principalmente nos efeitos de nutrientes individuais sobre a cognição, os nutrientes não agem isoladamente e podem ter efeitos sinérgicos ou antagônicos entre si, dependendo do contexto. Isso justifica a necessidade de estudos que avaliem a combinação de alimentos consumidos por indivíduos, fornecendo uma visão mais abrangente de uma dieta geral e seus impactos sobre o desenvolvimento cognitivo em crianças (NYARADI et al., 2013a).

## 2.4 Revisão da literatura

Com base no que foi visto anteriormente, a revisão da literatura foi realizada com objetivo de identificar estudos sobre a influência do consumo alimentar na infância sobre o desenvolvimento e desempenho cognitivo na infância (WHO, 2023a) ou início da adolescência (WHO, 2018, 2023b). Sendo assim, a busca de artigos foi realizada na base de dados *PubMed* (MEDLINE), utilizando os seguintes descritores (termos MeSH):

- *Diet, food, and nutrition*
- *Feeding behavior*
- *Intelligence*
- *Intelligence tests*
- *Cognition*
- *Infant*
- *Child*

As buscas foram feitas utilizando uma combinação dos descritores, sem a utilização de filtros para limitação, conforme demonstrado no Quadro 1. A última atualização da revisão foi feita em setembro de 2023. Outras estratégias também foram adotadas, como a revisão das referências dos artigos selecionados sobre o tema, os quais foram incorporados à revisão da literatura.

**Quadro 1.** Descrição da busca bibliográfica.

| Tópico                            | Descritores                                                                                                                                                                                                                   | Resultados |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Consumo alimentar</b>       | ("diet, food, and nutrition"[MeSH Terms]) OR ("feeding behavior"[MeSH Terms])                                                                                                                                                 | 1.264.082  |
| <b>2. Função cognitiva</b>        | ((("intelligence"[MeSH Terms]) OR ("intelligence tests"[MeSH Terms])) OR ("cognition"[MeSH Terms]))                                                                                                                           | 331.970    |
| <b>3. Faixa etária</b>            | ("infant"[MeSH Terms]) OR ("child"[MeSH Terms])                                                                                                                                                                               | 2.779.206  |
| <b>Combinação entre os termos</b> |                                                                                                                                                                                                                               |            |
| <b>4. “1” AND “2” AND “3”</b>     | ("diet, food, and nutrition"[MeSH Terms] OR "feeding behavior"[MeSH Terms]) AND ("intelligence"[MeSH Terms] OR "intelligence tests"[MeSH Terms] OR "cognition"[MeSH Terms]) AND ("infant"[MeSH Terms] OR "child"[MeSH Terms]) | 2.642      |

Foi realizada a leitura em etapas, iniciando com a leitura dos títulos, seguida da leitura dos resumos e dos textos na íntegra. Após a leitura dos títulos, todas as referências identificadas na busca foram importadas para um gerenciador de referências, o *Zotero*. Em cada etapa, foram excluídos os estudos com base nos critérios de elegibilidade, descritos no Quadro 2. Especificamente, a exclusão de estudos experimentais foi realizada, uma vez que esta revisão teve como propósito investigar relações observacionais que refletissem o contexto real do consumo alimentar na infância, evitando possíveis influências externas introduzidas por intervenções experimentais.

**Quadro 2.** Critérios de elegibilidade para seleção dos artigos para a revisão.

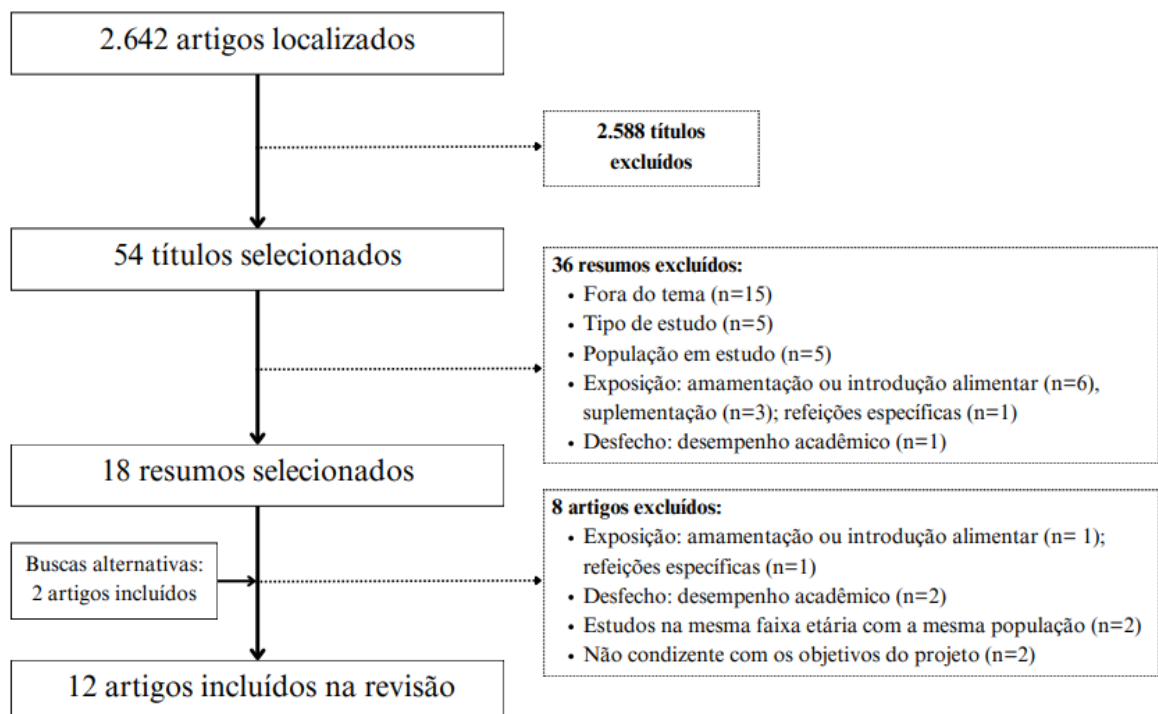
(continua)

| Critérios de inclusão                                                                                                                                                                                              | Critérios de exclusão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de estudo</b>                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudos observacionais, como estudos de coorte, caso-controle ou transversais</li> </ul>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudos experimentais, como ensaios clínicos</li> <li>Estudos ecológicos, artigos de revisão e relatos ou séries de casos</li> </ul>                                                                                                                                                                           |
| <b>População em estudo</b>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Crianças ou adolescentes jovens saudáveis (WHO, 2018, 2023a, 2023b)</li> </ul>                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Adultos e idosos</li> <li>Crianças com morbidades neonatais ou patologias associadas a déficits cognitivos (como prematuridade, desnutrição, baixo peso, sobrepeso, obesidade ou deficiências nutricionais) ou outras condições específicas de saúde não mencionadas</li> </ul>                                |
| <b>Exposição</b>                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Combinação de múltiplos alimentos operacionalizados como uma variável de exposição alimentar, como padrões alimentes e índices de qualidade da dieta na infância</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Efeitos da amamentação, introdução alimentar, suplementação ou uso de fórmulas infantis</li> <li>Padrões de ingestão de refeições (como número de refeições e frequência de consumo), consumo de refeições isoladas (como café da manhã e jantar) ou ingestão de alimentos e nutrientes específicos</li> </ul> |

**Quadro 2.** Critérios de elegibilidade para seleção dos artigos para a revisão. (conclusão)

| Critérios de inclusão                                                                                                                                             | Critérios de exclusão                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exposição                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diets específicas, como dieta cetogênica, de baixa ou alta carga glicêmica, rica em sacarose, vegetarianismo ou restrição calórica</li> </ul> |
| Desfecho                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Função cognitiva como desfecho principal ou entre os desfechos principais na infância ou início da adolescência</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desempenho em testes acadêmicos como parâmetro para avaliar a função cognitiva</li> </ul>                                                     |

Nesta busca, foram incluídos artigos originais, sem restrição de idioma e que abordaram o tema de interesse. Assim, dentre as 2.642 referências inicialmente identificadas, 2.588 foram excluídas com base nos títulos, restando 54 para leitura dos resumos. Após essa etapa, 18 artigos foram selecionados para a leitura na íntegra, dos quais 10 atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos. Por fim, foram realizadas consultas às referências da literatura nos artigos selecionados, o que possibilitou a inclusão de dois artigos adicionais, totalizando assim 12 artigos na revisão de literatura (Figura 4).

**Figura 4.** Fluxograma da revisão da literatura sobre a influência do consumo alimentar sobre a função cognitiva na infância.

### 2.4.1 Caracterização dos estudos incluídos na revisão

Dos 12 artigos selecionados para a revisão do presente projeto, todos foram publicados em inglês, no período entre 2009 e 2023, com sete deles apresentando delineamento longitudinal e cinco transversal, porém três destes eram aninhados a coortes. Entre os estudos longitudinais, dois foram desenvolvidos com crianças da mesma pesquisa, que fazem parte do *Avon Longitudinal Study of Parents and Children* (ALSPAC), porém a exposição foi coletada em diferentes faixas etárias: aos seis, 15 e 24 meses (SMITHERS et al., 2012b) e aos três, quatro, sete e oito anos de idade (NORTHSTONE et al., 2012).

Todos os estudos são internacionais e foram conduzidos em países de alta renda ou de renda média-alta. Quase a totalidade dos estudos foram realizados em países do continente europeu (n= 10), especialmente na Itália (n= 3) e nas nações que compõem o Reino Unido (n= 3). As amostras utilizadas variaram de 54 (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021) a 7.097 indivíduos (SMITHERS et al., 2012b), com faixas etárias entre seis meses e dez anos na avaliação da exposição e entre três anos e meio e 13 anos de idade na avaliação do desfecho.

O consumo alimentar foi avaliado, em sua maioria, através da aplicação de questionários de frequência alimentar (QFAs) (n=8), mas também foram utilizados registros alimentares (n=2), recordatórios de 24 horas (n=1) e questionários submetidos ao cuidador (n=1).

Os estudos abordaram a exposição alimentar de duas maneiras distintas: uma delas envolveu a avaliação de padrões alimentares por meio de análises estatísticas (GALE et al., 2009; LEVENTAKOU et al., 2016; MARINHO et al., 2022; MARINONI et al., 2022; MOU et al., 2023; NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b), enquanto a outra se concentrou na avaliação da qualidade da dieta, utilizando pontuações com base na variedade do consumo alimentar (NYARADI et al., 2013b), na adesão às diretrizes e orientações nutricionais (MOU et al., 2023; THEODORE et al., 2009) e na análise das características da dieta mediterrânea (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021; HAAPALA et al., 2015; MASINI et al., 2023). Um dos estudos avaliou a exposição alimentar das duas formas (MOU et al., 2023).

As análises estatísticas utilizadas para obter os padrões alimentares, foram: análise de componentes principais (PCA, em inglês), análise fatorial exploratória de componentes principais (PCFA, em inglês) e análise de classe latente (LCA, em inglês). Os estudos que avaliaram a qualidade da dieta utilizaram os seguintes instrumentos: percentual de adequação às diretrizes nutricionais; escore *Eating Assessment Toddlers* (EAT); *Baltic Sea Diet Score* (BSDS); escore *Dietary Approaches to Stop Hypertension* (DASH); escore de adesão à dieta mediterrânea (DM), *Diet Quality Index for Children and Adolescents* (KIDMED) e *Diet-*

*Quality Scores* (DQS). Mais informações sobre a operacionalização da exposição podem ser observadas nos Quadros 3 e 4.

**Quadro 3.** Descrição dos padrões alimentares obtidos de acordo com a idade dos participantes, o método de avaliação da dieta e as estratégias de obtenção dos padrões alimentares. (continua)

| Referência                | Idade dos participantes | Método de avaliação da dieta     | Método de obtenção | Padrões alimentares obtidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (GALE et al., 2009)       | 6 e 12 meses            | QFA                              | PCA                | <b>6 meses:</b> ‘orientações infantis’ (vegetais, frutas, carnes, peixes, preparações caseiras e leite materno); ‘alimentos para adultos’ (pão, salgadinhos, biscoitos, cereais matinais e frituras)<br><b>12 meses:</b> ‘orientações infantis’ (frutas, verduras e preparações caseiras); ‘alimentos para adultos’ (salgadinhos, frituras e carnes processadas)                                                                                                                                                                                                                                                      |
| (NORTHSTONE et al., 2012) | 3, 4, 7 e 8 anos        | QFA                              | PCA                | <b>Consistentes em quase todos os períodos:</b> ‘lanches’ (identificado somente aos 3; caracterizado pelo consumo de petiscos, como frutas, biscoitos, pães e bolos); ‘processado’ (alimentos processados, com alto teor de gordura e açúcar); ‘tradicional’ (carnes, aves, batata e vegetais); ‘preocupado com a saúde’ (saladas, frutas, vegetais, peixe, macarrão e arroz)                                                                                                                                                                                                                                         |
| (SMITHERS et al., 2012b)  | 6, 15 e 24 meses        | Questionário enviado ao cuidador | PCA                | <b>6 meses:</b> ‘amamentação’ (predominantemente leite materno), ‘tradicional’ (vegetais, legumes, carnes, peixes e sobremesas caseiras), ‘discricionário’ (biscoitos, doces, frituras, salgadinhos e refrigerantes), ‘alimentos prontos para bebês’ (fabricados comercialmente para bebês)<br><b>15 meses:</b> ‘tradicional’, ‘discricionário’, ‘alimentos prontos para bebês’, ‘contemporâneo’ (queijos, ovos, vegetais, legumes, leguminosas, frutas e sucos)<br><b>24 meses:</b> ‘tradicional’, ‘discricionário’, ‘contemporâneo’, ‘alimentos prontos para consumo’ (biscoitos, pães, cereais, iogurtes e pudins) |
| (LEVENTAKOU et al., 2016) | 4 anos                  | QFA                              | PCA                | ‘Mediterrâneo’ (vegetais, frutas, leguminosas, azeite, peixe e frutos do mar); ‘lanche’ (alimentos que requerem preparos mínimos, como batata e outras raízes amiláceas, salgadinhos, doces caseiros e ovos); ‘ocidental’ (cereais, produtos de panificação, queijos, gordura de origem animal e vegetal, produtos à base de carne e bebidas açucaradas, como refrigerantes, sucos de frutas embalados)                                                                                                                                                                                                               |
| (MARINHO et al., 2022)    | 4 anos                  | QFA                              | LCA                | ‘Rico em energia’ (maior consumo de doces, refrigerantes e alimentos com alto teor de gordura, como frituras, pizza, carne processada); ‘lanches’ (baixo consumo de alimentos consumidos nas refeições principais, como peixes, carnes, ovos, arroz, massa, batata, legumes, frutas; e alto consumo de alimentos consumidos como lanches, como leite, iogurte, batata frita de pacote, doces); ‘saúdável’ (maior consumo de alimentos saudáveis, como frutas, legumes e peixes; e menor consumo de alimentos e bebidas pobres em micronutrientes e densos em energia)                                                 |

**Quadro 3.** Descrição dos padrões alimentares obtidos de acordo com a idade dos participantes, o método de avaliação da dieta e as estratégias de obtenção dos padrões alimentares. (conclusão)

| Referência              | Idade dos participantes | Método de avaliação da dieta | Método de obtenção | Padrões alimentares obtidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (MARINONI et al., 2022) | 7 anos                  | Registro alimentar           | PCFA               | ‘Lácteos’ (correlacionados com leite, iogurte e queijo); ‘alimentos à base de plantas’ (frutas e sucos de fruta, vegetais coloridos e de folhas verdes, grãos e pão integral, substitutos do leite, leguminosas, azeite); ‘gorduras’ (ultraprocessados, carne processada, queijos gordos, azeite, grãos refinados, pão branco, sobremesas); ‘carnes e batatas’ (aves, carnes processadas e ultraprocessadas, carnes vermelhas, batata, grãos refinados, pão branco, substitutos de pão e cereais matinais) e ‘frutos do mar’ |
| (MOU et al., 2023)      | 1 e 8 anos              | QFA                          | PCA                | <b>1 ano:</b> ‘legumes, batatas e grãos’; ‘lanches, alimentos processados e açúcar’; ‘manteiga e margarinas, grãos integrais e laticínios’<br><b>8 anos:</b> ‘lanches, batatas e alimentos processados’; ‘peixes, legumes e frutas’; ‘grãos integrais, gorduras insaturadas e laticínios’; ‘carne, legumes e nozes’                                                                                                                                                                                                          |

**Nota:** questionário de frequência alimentar (QFA), análise de componentes principais (PCA), análise de classe latente (LCA), análise fatorial exploratória de componentes principais (PCFA)

**Quadro 4.** Descrição da metodologia utilizados para avaliar a qualidade da dieta de acordo com a idade dos participantes, método de avaliação da dieta, e instrumento para avaliar a qualidade da dieta. (continua)

| Referência                         | Idade dos participantes | Método de avaliação da dieta          | Instrumento                                        | Metodologia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (THEODORE et al., 2009)            | 3,5 e 7 anos            | QFA                                   | Percentual de adequação às diretrizes nutricionais | Foi calculada a porcentagem de crianças que atendeu às diretrizes nutricionais nacionais em relação a grupos alimentares: frutas ( $\geq 2$ por dia); vegetais ( $\geq 2$ por dia aos 3,5 anos, $\geq 3$ por dia aos 7 anos); pães e cereais ( $\geq 4$ por dia); carne, peixe, frango e ovos ( $\geq 1$ ao dia); leite e derivados ( $\geq 2$ por dia). Também foram criados os grupos: carne vermelha ( $\geq 2$ por semana), peixe ( $\geq 1$ por semana), peixe “gorduroso” ( $\geq 1$ por semana), margarina ( $\geq 1$ por dia) e manteiga ( $\geq 1$ por dia).                                                                                                                                              |
| (NYARADI et al., 2013b)            | 1, 2 e 3 anos           | Recordatórios alimentares de 24 horas | EAT                                                | Os alimentos consumidos foram agrupados em categorias e foi desenvolvido o escore EAT, composto por sete componentes, baseado no <i>Youth Healthy Index</i> (YHEI): cereais integrais, legumes, frutas, porção de carne, laticínios, lanches e bebidas adoçadas. Cada um dos componentes recebeu uma pontuação de 0 a 10, de acordo com o número de ocasiões de consumo. Uma pontuação mais alta representa mais ocasiões de consumo de alimentos das categorias de grãos integrais, vegetais, frutas, proporção de carne e laticínios. Os dois últimos grupos de componentes, lanches e bebidas adoçadas, foram pontuados de forma inversa, com uma pontuação mais alta representando um consumo menos frequente. |
| (HAAPALA et al., 2015)             | 6-8 anos                | Registros alimentares                 | BSDS e DASH                                        | Foram calculados o BSDS e o escore DASH, com base nos seguintes componentes:<br><b>BSDS:</b> frutas, vegetais, produtos ricos em fibras, leite com baixo teor de gordura, peixe, carne vermelha ou processada, proporção de AGPI e AGS e ingestão total de gordura<br><b>DASH:</b> frutas e sucos de frutas, vegetais, produtos ricos em fibras, leite e derivados com baixo teor de gordura, carne vermelha ou processada, bebidas adoçadas com açúcar e ingestão de sódio                                                                                                                                                                                                                                        |
| (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021) | 5 anos                  | QFA                                   | Grau de adesão à DM                                | Foi avaliado o grau de adesão à DM, estimando um escore de acordo com alimentos considerados protetores ou não: vegetais, legumes, frutas e nozes, cereais, peixe, carnes vermelhas e processadas, carne branca, produtos lácteos e a proporção de AGI e AGS. O escore de adesão à DM foi classificado em quatro categorias: baixa (pontuação de 0 a 2), moderada (pontuação de 3 a 4), alta (pontuação de 5 a 6) e muito alta (pontuação de 7 a 9).                                                                                                                                                                                                                                                               |
| (MASINI et al., 2023)              | 6-10 anos               | QFA                                   | KIDMED                                             | Foi calculada a adesão à DM utilizando um escore modificado <i>do Diet Quality Index for Children and Adolescents</i> (KIDMED), que confere pontuações de acordo com o consumo de determinados alimentos (vegetais, massas, peixes, queijos, produtos lácteos, legumes, grãos, frutas, nozes, lanches, doces e azeites de oliva), classificando às crianças conforme o grau de adesão à DM, em: (1) $> 8-12$ , alto; (2) 4-7, médio, e (3) 0-3, ruim.                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Quadro 4.** Descrição da metodologia utilizados para avaliar a qualidade da dieta de acordo com a idade dos participantes, método de avaliação da dieta, e instrumento para avaliar a qualidade da dieta. (conclusão)

| Referência         | Idade dos participantes | Método de avaliação da dieta | Instrumento | Metodologia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (MOU et al., 2023) | 1 e 8 anos              | QFA                          | DQS         | <p>Foi verificada a adesão às recomendações para dez grupos de alimentos em cada idade, com pontos de cortes de consumo baseados nas recomendações dietéticas específicas para a idade.</p> <p><b>DQS (1 ano):</b> inclui pontuações para vegetais (<math>\geq 100</math> g/d); frutas (<math>\geq 150</math> g/d); pães e cereais (<math>\geq 70</math> g/d); arroz, massas, batatas e legumes (<math>\geq 70</math> g/d); laticínios (<math>\geq 350</math> g/d); carnes, aves, ovos e substitutos de carne (<math>\geq 35</math> g/d); peixes (<math>\geq 15</math> g/d); óleos e gorduras (<math>\geq 25</math> g/d); doces e salgadinhos (<math>\leq 20</math> g/d); e bebidas adoçadas com açúcar (<math>\leq 100</math> g/d)</p> <p><b>DQS (8 anos):</b> inclui frutas (<math>\geq 150</math> g/d); vegetais (<math>\geq 150</math> g/d); grãos integrais (<math>\geq 90</math> g/d); peixes (<math>\geq 60</math> g/semana); legumes (<math>\geq 84</math> g/semana); nozes (<math>\geq 15</math> g/semana); laticínios (<math>\geq 300</math> g/semana); óleos e margarinas macios ou líquidos (<math>\geq 30</math> g/semana); bebidas com açúcar (<math>\leq 150</math> g/semana); e carnes processadas e com alto teor de gordura (<math>\leq 250</math> g/semana)</p> |

**Nota:** questionário de frequência alimentar (QFA), *Eating Assessment Toddlers* (EAT), *Youth Healthy Index* (YHEI), *Baltic Sea Diet Score* (BSDS), *Dietary Approaches to Stop Hypertension* (DASH), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos insaturados (AGI), ácidos graxos saturados (AGS), dieta mediterrânea (DM), *Quality Index for Children and Adolescents* (KIDMED), *Diet-Quality Scores* (DQS), gramas (g), dia (d).

Para avaliar o desempenho cognitivo, diferentes instrumentos foram utilizados, com destaque para as várias versões das escalas Wechsler, as quais foram utilizadas em nove estudos (GALE et al., 2009; MARINHO et al., 2022; MARINONI et al., 2022; MASINI et al., 2023; MOU et al., 2023; NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b; THEODORE et al., 2009). Além disso, um estudo estendeu sua análise a uma faixa etária diferente, empregando a *Stanford–Binet Intelligence Scale Fourth Edition* (SB4) (THEODORE et al., 2009). Dois estudos optaram pelas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (HAAPALA et al., 2015; NYARADI et al., 2013b), sendo que um deles combinou essa avaliação com o *Peabody Picture Vocabulary Test-III* (PPVT-III) (NYARADI et al., 2013b). Outras abordagens incluíram o uso do *McCarthy Scales of Children's Abilities* (MSCA) em um estudo (LEVENTAKOU et al., 2016), bem como o uso das *Griffiths Mental Development Scales* (GMDS) em outro (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021).

## **2.4.2 Resultados dos estudos incluídos na revisão**

### **2.4.2.1 Padrões alimentares**

Os estudos que avaliaram a associação entre padrões alimentares e desenvolvimento cognitivo, embora tenham utilizado métodos semelhantes para derivar os padrões alimentares, apresentam resultados difíceis de serem comparados, uma vez que os padrões derivados refletem especificamente o consumo alimentar da população em estudo. Em geral, alguns estudos identificaram que padrões alimentares considerados mais saudáveis podem estar associados a pontuações ligeiramente mais altas em testes de desempenho cognitivo, enquanto padrões considerados menos saudáveis podem ter o efeito oposto. No entanto, esses achados não são consistentes para os padrões identificados e entre os diferentes estudos (GALE et al., 2009; LEVENTAKOU et al., 2016; MARINHO et al., 2022; MARINONI et al., 2022; MOU et al., 2023; NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b).

Dois estudos longitudinais da coorte ALSPAC investigaram a associação entre padrões alimentares na infância e o desenvolvimento cognitivo avaliado aos oito anos de idade (NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b). Smithers et al. (2012b) identificaram padrões alimentares em cada uma das faixas etárias estudadas (seis, 15 e 24 meses de idade) e observaram que o padrão de '*amamentação*' (predominantemente leite materno) aos seis meses e o padrão '*contemporâneo*' (queijos, ovos, vegetais, legumes, leguminosas, frutas e sucos) aos 15 e 24 meses parecem refletir dietas de estilo mais saudável, levando a uma associação positiva com o QI total. O padrão '*discricionário*' (biscoitos, doces, frituras, salgadinhos e refrigerantes) parece indicar uma dieta menos saudável, estando associado negativamente ao QI total, em

todas as faixas etárias. Northstone et al. (2012) identificaram padrões alimentares aos três, quatro, sete e oito anos de idade que se mantiveram consistentes em quase todos os períodos. O padrão *'processado'* (alimentos processados, com alto teor de gordura e açúcar) aos 3 anos de idade esteve negativamente associado ao QI total, enquanto o padrão *'lanches'* (petiscos, como frutas, biscoitos, pães e bolos), somente identificado aos 3 anos, e o padrão *'preocupado com a saúde'* (saladas, frutas, vegetais, peixe, macarrão e arroz), aos 8 anos, estiveram positivamente associados ao QI total.

Em outro estudo longitudinal, com 241 crianças, Gale et al. (2009) observaram que o padrão alimentar *'orientações infantis'* aos seis meses (frutas, vegetais, carnes, peixes, preparações caseiras e leite materno) estava positivamente associado ao QI total e QI verbal aos quatro anos de idade, enquanto o mesmo padrão aos 12 meses (frutas, vegetais e preparações caseiras) esteve positivamente associado somente ao QI total. Já os padrões *'alimentos para adultos'* aos seis meses (pães, salgadinhos, biscoitos, cereais matinais e frituras) e 12 meses (salgadinhos, frituras e carnes processadas) não apresentaram associação significativa.

Entre os estudos transversais, dois deles eram aninhados em coortes e também investigaram essa relação entre padrões alimentares e o desenvolvimento cognitivo. No estudo de Leventakou et al. (2016), com 804 crianças de quatro anos de idade, apenas o padrão alimentar *'lanche'* (caracterizado por alimentos que requerem preparos mínimos, como batatas e outras raízes amiláceas, petiscos salgados, doces caseiros e ovos) esteve negativamente associado aos escores cognitivos infantis, incluindo habilidade verbal, capacidade cognitiva geral e funções cognitivas do córtex posterior. Marinoni et al. (2022), por outro lado, em um estudo com 379 crianças de 7 anos de idade, não encontraram uma associação significativa entre os padrões alimentares e o QI total, mas observaram associações entre padrões específicos e índices de desempenho cognitivo: o padrão *'frutos do mar'* esteve positivamente associado ao índice de compreensão verbal e raciocínio perceptivo, enquanto os padrões *'carnes e batatas'* e *'lácteos'* estiveram negativamente associados ao índice de compreensão verbal e velocidade de processamento, respectivamente.

Dentre os estudos incluídos, dois deles investigaram potenciais mediadores na relação entre padrões alimentares durante a infância e a função cognitiva no início da adolescência. Um deles avaliou o papel da morfologia cerebral (MOU et al., 2023) e o outro da adiposidade (MARINHO et al., 2022). No estudo de Mou et al. (2023) foi observado que a adesão ao padrão *'lanches, alimentos processados e açúcar'* aos 24 meses estava relacionada a um menor volume de substância branca cerebral aos 10 anos, enquanto a adesão ao padrão *'grãos integrais, gorduras insaturadas e laticínios'* aos 8 anos estava associada a um maior volume cerebral total

e de substância cinzenta aos 10 anos. A morfologia cerebral mediou a relação entre esses padrões e o QI aos 13 anos. Por outro lado, Marinho et al. (2022) observaram que crianças classificadas nos padrões '*rico em energia*' (doces, refrigerantes e alimentos com alto teor de gordura) ou '*lanches*' (leite, iogurte, salgadinhos e doces) apresentaram pontuações mais baixas no QI total, QI verbal e QI de desempenho, em comparação com aquelas classificadas no padrão '*saudável*' (frutas, legumes e peixes). No entanto, nenhuma das medidas de adiposidade pareceu explicar essas associações.

Os resultados dos estudos de Northstone et al. (2012), Smithers et al. (2012b) e Gale et al. (20009) sugerem que os padrões de alimentação parecem ter um impacto maior no QI verbal do que no QI de desempenho. O mesmo pode ser observado no estudo de Leventakou et al. (2016) no qual foi observado que a associação foi mais forte para as escalas verbais do que para outras escalas cognitivas.

Mais detalhes sobre os resultados encontrados em cada estudo podem ser observados no Quadro 5.

#### **2.4.2.2 Qualidade da dieta**

Os estudos que avaliaram a qualidade da dieta e o desenvolvimento cognitivo exploraram essa associação utilizando pontuações com base na variedade de consumo alimentar, adequação à diretrizes nutricionais e avaliação de características da dieta mediterrânea.

Theodore et al. (2009), em um estudo longitudinal com 591 crianças adequadas para a idade gestacional (AIG) e pequenas para a idade gestacional (PIG), avaliaram se as pontuações de QI diferiam em relação à adequação da alimentação infantil às diretrizes nutricionais nacionais. Os autores observaram que em relação às análises com a amostra total (crianças AIG e PIG) o consumo diário de margarina estava relacionado a pontuações mais baixas de QI aos três anos e meio, enquanto seguir a recomendação de consumo diário de pães e cereais estava associado a pontuações mais elevadas de QI na mesma faixa etária. Além disso, o consumo de peixe pelo menos uma vez por semana foi relacionado a pontuações mais altas de QI aos 7 anos.

Nyaradi et al. (2013) em um estudo longitudinal com 2.868 crianças descobriram que uma melhor pontuação no escore EAT quando as crianças tinham um ano de idade estava associada a habilidades verbais e não-verbais superiores aos dez anos. No entanto, essa associação não foi observada para pontuações de dieta em idades posteriores (aos dois e três anos de idade). Haapala et al. (2015), em uma análise transversal com 428 crianças, encontraram uma tendência semelhante, com crianças entre seis e oito anos de idade, sendo que

baixas pontuações em escores DASH e BSDS estavam relacionadas a pontuações mais baixas nas *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven*, indicando uma possível relação entre uma dieta menos saudável e menores pontuações em testes que avaliam habilidades cognitivas. No entanto, essa associação foi observada apenas entre meninos.

Já os estudos de Granziera et al. (2021) e Masini et al. (2022) exploraram a relação entre a adesão à dieta mediterrânea e o desenvolvimento cognitivo em crianças. Granziera et al. (2021) conduziram um estudo transversal aninhado a uma coorte com 54 crianças de cinco anos de idade e descobriram que aquelas com maior adesão à dieta mediterrânea apresentaram escores de desempenho cognitivo mais altos. No entanto, não houve diferenças significativas nos outros domínios, incluindo domínios locomotor, pessoal-social, audição e linguagem, coordenação e raciocínio prático. Masini et al. (2022), em um estudo transversal com 106 crianças entre seis e dez anos de idade, descobriram que uma maior pontuação no índice KIDMED, que avalia a adesão à dieta mediterrânea, estava positivamente associada a escores mais elevados de memória de trabalho.

Por fim, Mou et al. (2023) também avaliaram a qualidade da dieta, mas realizando análises de mediação que buscavam verificar o papel da morfologia cerebral. Eles observaram que crianças com maior qualidade de dieta aos oito anos de idade apresentaram maior girificação cerebral e maior volume de massa cinzenta aos dez anos. Esses resultados mediam a relação entre qualidade da dieta e QI aos 13 anos de idade. No entanto, não foram observados efeitos significativos da qualidade da dieta sobre outros parâmetros aos oito anos de idade, como volume total do cérebro e da substância branca cerebral, bem como da qualidade da dieta quando as crianças tinham um ano de idade sobre qualquer aspecto da morfologia cerebral.

Mais detalhes sobre os resultados encontrados em cada estudo podem ser observados no Quadro 6.

### **2.4.3 Fatores de confusão destacados**

Dentre os principais fatores de confusão mencionados nos artigos, pode-se destacar: a) características socioeconômicas e demográficas, tais como renda familiar, classe social, ocupação e qualidade do ambiente doméstico; b) características dos pais, englobando estado civil, idade materna, QI materno, escolaridade dos pais, paridade, IMC pré-gestacional e saúde mental materna; c) comportamentos durante a gestação, como tabagismo, ingestão de álcool, suplementação e hábitos alimentares maternos; d) características perinatais, incluindo idade gestacional, ordem de nascimento e peso ao nascer; e) características relacionadas à criança,

como sexo, etnia, IMC, duração da amamentação, número e idade dos irmãos, bem como a exposição a eventos estressores; e f) estimulação da criança.

#### **2.4.4 Principais limitações apresentadas**

Os estudos apresentam diversas limitações que impactam a interpretação de seus resultados. Em relação ao delineamento, muitos deles adotaram uma abordagem transversal, o que impede a capacidade de estabelecer relações de causalidade entre a dieta e o desempenho cognitivo (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021; HAAPALA et al., 2015; LEVENTAKOU et al., 2016; MARINONI et al., 2022; MASINI et al., 2023; THEODORE et al., 2009). Além disso, uma série de estudos discute a possibilidade de viés de seleção decorrente das perdas seletivas de participação ou acompanhamento relacionadas ao status socioeconômico (GALE et al., 2009; LEVENTAKOU et al., 2016; THEODORE et al., 2009) e um deles realizou imputação múltipla para dados faltantes para tentar contornar essa limitação (SMITHERS et al., 2012b).

Outras limitações comuns incluem o tamanho limitado da amostra (GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021; MASINI et al., 2023), que pode afetar a capacidade de encontrar associações significativas ou controlar fatores de confusão (MARINONI et al., 2022), pois quanto maior o número de confundidores, menor o número de participantes com dados completos. Além disso, a não medição de fatores potencialmente confundidores, como o ambiente doméstico, a inteligência materna ou o nível socioeconômico, e a falta de ajuste adequado para essas e outras variáveis, embora alguns estudos tenham utilizado a escolaridade materna como proxy para ajuste da inteligência materna, levanta preocupações sobre a precisão das associações observadas. A maioria dos estudos não descartou a possibilidade de confusão residual.

Por fim, o uso de PCA para derivar padrões alimentares, embora permita uma compreensão da dieta como um todo, introduz um pouco de subjetividade e cria padrões específicos da população estudada, tornando-os difíceis de reproduzir em outras populações (GALE et al., 2009; LEVENTAKOU et al., 2016; MOU et al., 2023; NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b). E, conforme apontado por Hoffmann et al. (2004), os escores de qualidade da dieta concentram-se em aspectos específicos da dieta e não consideram toda a estrutura de correlação entre a ingestão de alimentos e nutrientes, podendo não refletir completamente o efeito total da dieta.

Essas limitações destacam a complexidade de estabelecer relações definitivas entre dieta e desempenho cognitivo. São observados desafios na inferência de causalidade, considerações

de fatores de confusão não medidos e possibilidade de viés de seleção, ressaltando a necessidade de novas abordagens buscando preencher as lacunas observadas nesta relação.

#### **2.4.5 Conclusão sobre os estudos incluídos na revisão**

A revisão apresentada abordou uma pequena variedade de estudos que investigaram a associação entre padrões alimentares, qualidade da dieta e função cognitiva em crianças. No entanto, devido à diversidade de métodos e instrumentos de avaliação utilizados, a comparabilidade dos resultados é limitada, dificultando a formação de conclusões sólidas.

Embora algumas associações se mostrem fracas, não se pode subestimar sua importância. É fundamental investigar a natureza dessas associações levando em consideração outros fatores de confusão relevantes, especialmente fatores psicossociais, devido à sua influência na determinação da função cognitiva. Além disso, é importante considerar diferentes contextos de renda, uma vez que há uma lacuna de informações em países de baixa e média renda.

No entanto, os artigos revisados fornecem uma síntese valiosa do conhecimento atual sobre o tema, destacando a importância de aprofundar a compreensão dessas relações em pesquisas futuras. Mais detalhes sobre os resultados encontrados em cada estudo podem ser observados nos Quadros 5 e 6.

**Quadro 5.** Artigos sobre a associação entre padrões alimentares e desempenho cognitivo.

(continua)

| Autor / ano             | Amostra / delineamento / local                                           | Exposição                                                                                                                                                              | Desfecho                                                                      | Variáveis de ajuste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GALE, et al., 2009      | 241 crianças com 4 anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Reino Unido  | Padrões alimentares aos 6 e 12 meses de idade, rotulados como: ‘orientações infantis’ e ‘alimentos para adultos’                                                       | QI total, verbal e de desempenho foi avaliado aos 4 anos através da WPPSI-III | Sexo, ordem de nascimento, peso ao nascer, idade gestacional de nascimento, idade materna, escolaridade e QI materno, classe social, qualidade do ambiente doméstico (pontuação HOME), duração da amamentação                                                                                                                                             | Crianças com maior escore para o padrão alimentar ‘orientações infantis’ apresentaram maior QI total (aos 6 e 12 meses) e QI verbal (aos 6 meses, mas não aos 12 meses) em análises ajustadas. O QI de desempenho não esteve associado.<br>O aumento de 1 desvio-padrão (DP) do escore ‘orientações infantis’ leva a um aumento de 0,18 DP no QI total (IC95% 0,04; 0,31) e de 0,14 no QI verbal (IC95% 0,01; 0,27).<br>Não houve associação estatisticamente significativa, entre os escores do padrão ‘alimentos para adultos’ e o QI, após os ajustes.                                                                                                                                                    |
| NORTHSTONE et al., 2012 | 3.966 crianças com 8 anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Inglaterra | Padrões alimentares aos 3, 4, 7 e 8 anos de idade, rotulados como: ‘lanches’ (identificado somente aos 3 anos), ‘processado’, ‘tradicional’ e ‘preocupado com a saúde’ | QI total, verbal e de desempenho foi avaliado aos 8 anos através do WISC-III  | Sexo, idade na avaliação do WISC, aplicador do WISC, outros escores de padrão alimentar naquele período específico, consumo de peixes oleosos durante a gravidez, idade gestacional de nascimento, duração da amamentação, ingestão energética estimada, nº de eventos estressores, pontuação HOME, escolaridade materna, posse de moradia, classe social | Após o ajuste, o padrão ‘processado’ aos 3 anos permaneceu negativamente associado ao QI total, de modo que o aumento de 1DP leva a uma redução de 1,67 pontos no QI (IC95% 2,34;1,00). O padrão ‘lanches’ (aos 3 anos) e ‘preocupado com a saúde’ (aos 8 anos) se mantiveram positivamente associados ao QI total, de modo que 1DP leva a um aumento de 0,90 (IC95% 0,39; 1,42) e 1,20 pontos no QI (IC95% 0,52; 1,88), respectivamente. Os demais padrões não se mantiveram associados após ajustes. E as associações entre os diferentes padrões e o QI verbal, foram semelhantes ao QI total, enquanto àquelas encontradas para o QI de desempenho foram extinguidas ou bastante atenuadas, após ajuste. |

**Quadro 5.** Artigos sobre a associação entre padrões alimentares e desempenho cognitivo.

(continuação)

| Autor / ano             | Amostra / delineamento / local                                                        | Exposição                                                                                                                                                                                                                                                                    | Desfecho                                                                                                                                                                                                                                                                        | Variáveis de ajuste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SMITHERS et al., 2012b  | 7.097 crianças com 8 anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Inglaterra              | Padrões alimentares aos 6, 15 e 24 meses de idade rotulados como: 'amamentação' (somente aos 6 meses), 'tradicional', 'discricionário', 'alimentos prontos para bebês' (somente aos 6 e 15 meses), 'contemporâneo' e 'alimentos prontos para consumo' (somente aos 24 meses) | QI total, verbal e de desempenho foi avaliado aos 8 anos através do WISC-III                                                                                                                                                                                                    | Sexo, idade gestacional e peso ao nascer, etnia, filho único/gêmeo, idade materna, paridade, escolaridade materna, classe social, tabagismo, estado civil, renda familiar, pontuação HOME, outros filhos, pontuações do padrão alimentar em idades mais jovens                                                                                                                            | Após ajustes, crianças com pontuações mais altas em um padrão 'discricionário' aos 6 meses ( $\beta = -1,15$ ; $p < 0,001$ ), 15 meses ( $\beta = -0,86$ ; $p = 0,012$ ) e 24 meses ( $\beta = -0,68$ ; $p = 0,046$ ) apresentaram pontuações de QI total mais baixas. O padrão de 'amamentação' aos 6 meses e padrões 'contemporâneo' aos 15 e 24 meses foram associados a um QI mais alto [ $\beta = 0,97$ ( $p < 0,001$ ); $\beta = 0,67$ ( $p = 0,029$ ); $\beta = 0,90$ ( $p = 0,023$ ), respectivamente]. O padrão 'tradicional' aos 6 meses foi positivamente associado a pontuações de QI mais altas ( $\beta = 0,69$ ; $p = 0,009$ ), mas não houve associação com padrões semelhantes aos 15 ou 24 meses. As associações encontradas para o padrão alimentar 'alimentos prontos para bebês' não se mantiveram na mesma direção entre as faixas etárias. |
| LEVENTAKOU et al., 2016 | 804 crianças com 4 anos de idade<br><br>Transversal (aninhado a coorte)<br><br>Grécia | Padrões alimentares, identificados como: 'mediterrâneo'; 'lanche' e 'ocidental'                                                                                                                                                                                              | Neurodesenvolvimento, avaliado aos 4 anos, utilizando o teste MSCA. As seguintes escalas foram avaliadas e derivadas do teste: verbal, perceptivo-performance, quantitativa, de memória, motora e capacidade cognitiva geral; funções executiva e cognitiva do córtex posterior | Qualidade da avaliação, sexo da criança, examinador, escore z de peso ao nascer, duração da amamentação, idade materna, escolaridade materna, ordem de nascimento, estado civil, frequência à creche, tabagismo passivo, horas diárias assistindo televisão, inteligência materna, suplementação com ácido fólico e consumo de álcool durante a gestação e exclusão de partos prematuros. | O padrão alimentar 'lanche' esteve negativamente associado aos escores cognitivos infantis, após ajuste para características da criança, sociodemográficas maternas e de estilo de vida da criança. O aumento de 1DP na pontuação deste padrão esteve associado a uma diminuição de 1,31 pontos na escala de habilidade verbal ( $p < 0,05$ ), diminuição de 1,13 pontos em capacidade cognitiva geral ( $p < 0,05$ ) e diminuição de 1,20 pontos nas funções cognitivas do córtex posterior ( $p < 0,05$ ). Ajuste adicional, em uma subamostra, para inteligência materna, suplementação de ácido fólico e consumo de álcool durante a gravidez atenuou as associações observadas, mas as estimativas de efeito permaneceram na mesma direção. Os padrões 'ocidental' e 'mediterrâneo' não foram associados a escalas de neurodesenvolvimento infantil.         |

**Quadro 5.** Artigos sobre a associação entre padrões alimentares e desempenho cognitivo.

(continuação)

| Autor / ano           | Amostra / delineamento / local                                                             | Exposição                                                                                                                    | Desfecho                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Variáveis de ajuste                                                                                                                                                                                                                                                                          | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MARINHO et al., 2022  | 3575 crianças e adolescentes entre 10-13 anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Portugal | Padrões alimentares aos 4 anos, rotulados como: ‘rico em energia’; ‘lanches’ e ‘saúdável’                                    | O QI em escala total, verbal, de desempenho e de velocidade de processamento foi avaliado entre os 10-13 anos através do WISC-III. Também foi testada a mediação da associação entre padrão alimentar e QI através de medidas de adiposidade (escore z do IMC, percentual de gordura corporal e relação cintura/peso e relação cintura/quadril). | Idade e escolaridade maternas, IMC pré-gestacional, tabagismo e ingestão de álcool durante a gestação, sexo da criança, peso ao nascer, duração do aleitamento materno exclusivo e número e idade dos irmãos.                                                                                | Após o ajuste, crianças classificadas nos padrões ‘ <i>ricos em energia</i> ’ ou ‘ <i>lanches</i> ’ apresentaram pontuações mais baixas no QI total [ $\beta = -0,116$ (IC95% 0,192; -0,039) e $\beta = -0,148$ (IC95% -0,252; -0,044), respectivamente], QI verbal [ $\beta = -0,104$ (IC95% 0,177; -0,031) e $\beta = -0,163$ (IC95% -0,262; -0,064), respectivamente] e QI de desempenho [ $\beta = -0,116$ (IC95% -0,193; -0,040) e $\beta = -0,147$ (IC95% -0,250; -0,042), respectivamente] quando comparados com aqueles classificados no padrão ‘ <i>saúdável</i> ’. O QI de velocidade de processamento não se manteve associado após o ajuste. Nenhuma das medidas de adiposidade pareceu explicar as associações entre os padrões alimentares e o QI. |
| MARINONI et al., 2022 | 379 crianças com 7 anos de idade<br><br>Transversal (aninhado a coorte)<br><br>Itália      | Padrões alimentares, denominados: ‘lácteos’; ‘alimentos à base de plantas’; ‘gorduras’; ‘carnes e batatas’ e ‘frutos do mar’ | O WISC-IV forneceu medidas de desempenho cognitivo, incluindo o QI em escala total e pontuações em índices únicos: compreensão verbal, raciocínio perceptivo, memória de trabalho e velocidade de processamento.                                                                                                                                 | Escolaridade do pai, QI materno, suplementação de ácido fólico antes da gravidez, consumo de álcool durante a gravidez, amamentação, propriedade da casa, sexo da criança, peso da criança ao nascer, IMC aos 7 anos, atividades extracurriculares da criança e atividade física aos 7 anos. | Após o ajuste, nenhuma relação significativa foi observada entre os padrões alimentares com a pontuação do QI total. No entanto, três pontuações de índice único relacionados ao WISC-IV estiveram relacionadas aos padrões identificados: ‘ <i>frutos do mar</i> ’ esteve positivamente associado ao índice de compressão verbal ( $\beta = 1,24$ ; $p < 0,05$ ) e raciocínio perceptivo ( $\beta = 1,35$ ; $p < 0,05$ ), enquanto os padrões ‘ <i>carnes e batatas</i> ’ e ‘ <i>lácteos</i> ’ estiveram inversamente associados aos escores do índice de compreensão verbal ( $\beta = -1,28$ ; $p < 0,05$ ) e de velocidade de processamento ( $\beta = -2,05$ ; $p < 0,01$ ), respectivamente.                                                               |

**Quadro 5.** Artigos sobre a associação entre padrões alimentares e desempenho cognitivo.

(conclusão)

| Autor / ano      | Amostra / delineamento / local                                                                     | Exposição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Desfecho                                                                                                                                                         | Variáveis de ajuste                                                                                                                                                                                                                                                                             | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MOU et al., 2023 | 1.888 e 2.326 crianças e adolescentes com 10 e 13 anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Holanda | Padrões alimentares, identificados como:<br><u>1 ano</u> : ‘legumes, batatas e grãos’; ‘lanches, alimentos processados e açúcar’; ‘manteiga e margarinas, grãos integrais e laticínios’.<br><u>8 anos</u> : ‘lanches, batatas e alimentos processados’; ‘peixes, legumes e frutas’; ‘grãos integrais, gorduras insaturadas e laticínios’; ‘carne, legumes e nozes’ | Neuroimagem estrutural, obtida aos 10 anos de idade por meio de ressonância magnética e QI em escala total, estimado utilizando o WISC-III aos 13 anos de idade. | Sexo da criança, etnia, idade em que a imagem cerebral foi avaliada, escolaridade materna, renda familiar, ingestão energética, IMC aos 10 anos; qualidade da dieta materna, tabagismo e uso de álcool, suplementação com ácido fólico e sintomas psicopatológicos maternos durante a gravidez. | Crianças com maior adesão ao padrão alimentar ‘ <i>lanches, alimentos processados e açúcar</i> ’ aos 24 meses de idade tiveram menor volume de substância branca cerebral aos 10 anos ( $\beta = -4,3 \text{ cm}^3$ por 1 DP de pontuação mais alta no padrão alimentar; $p < 0,001$ ). E aos 8 anos, maior adesão ao padrão ‘ <i>grãos integrais, gorduras insaturadas e laticínios</i> ’ associou-se a um maior volume total do cérebro ( $\beta = 8,9 \text{ cm}^3$ ; $p < 0,001$ ) e maiores volumes de substância cinzenta cerebral ( $\beta = 5,2 \text{ cm}^3$ ; $p < 0,001$ ) aos 10 anos. A morfologia cerebral desempenhou um papel mediador da ligação entre esses padrões e o QI aos 13 anos idade. |

**Nota:** quociente de inteligência (QI), desvio-padrão (DP), *Wechsler Pre-School and Primary Scale of Intelligence* (WPPSI), *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC), *McCarthy Scales of Children's Abilities* (MSCA), índice de massa corporal (IMC), número (n°).

**Quadro 6.** Artigos sobre escores de qualidade da dieta e desempenho cognitivo.

(continua)

| Autor / ano           | Amostra / delineamento / local                                                                        | Exposição                                                                                                                                                          | Desfecho                                                                                                                                                                                                             | Variáveis de ajuste                                                                                                                                                                                                                                                                         | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| THEODORE et al., 2009 | 591 crianças<br>PIG e AIG<br>com 3,5 e 7<br>anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Nova<br>Zelândia | Percentual de adequação às diretrizes nutricionais nacionais para crianças aos 3,5 e 7 anos de idade.                                                              | Aos 3 anos, o QI total foi medido por meio da SB-4, e aos 7 anos, foi utilizado o WISC-III, que forneceu o QI total, QI verbal e QI de desempenho.                                                                   | <u>3,5 anos:</u> sexo, gestação, paridade, idade de abandono escolar materno, ocupação dos pais, estado civil, IMC materno, IMC aos 3,5 anos e examinador.<br><u>7 anos:</u> (+ variáveis aos 3,5 anos) tabagismo na gestação, ordem de nascimento, escolaridade dos pais e IMC aos 7 anos. | Consumir margarina pelo menos diariamente foi associado a pontuações de QI mais baixas aos 3,5 anos (-2,81 pontos; $p=0,03$ ). Enquanto o consumo diário recomendado de pães e cereais ( $\geq 4$ vezes/dia) foi associado a pontuações de QI mais elevadas aos 3,5 anos (3,96 pontos; $p=0,04$ ) em relação aqueles que não seguiam a recomendação, e aqueles que comiam peixe pelo menos uma vez por semana tinham pontuações de QI mais elevadas aos 7 anos (3,64 pontos; $p=0,01$ ) do que aqueles que não consumiam. |
| NYARADI et al., 2013b | 2.868<br>crianças com<br>10 anos de<br>idade<br><br>Longitudinal<br><br>Austrália                     | Escore de dieta chamado <i>Eating Assessment in Toddlers</i> (EAT) desenvolvido com base na variedade de consumo alimentar das crianças aos 1, 2 e 3 anos de idade | A habilidade verbal foi medida pelo PPVT-III, enquanto a habilidade não-verbal foi avaliada através das <i>Matrizes Progressivas Coloridas de Raven</i> . Ambas as habilidades foram avaliadas aos 10 anos de idade. | Gênero da criança, idade, escolaridade e saúde mental materna, presença do pai biológico na família, renda familiar, estimulação da linguagem e duração da amamentação.                                                                                                                     | Uma pontuação mais alta do escore <i>EAT</i> em crianças com um ano de idade foi associada a maior PPVT-III ( $\beta=0,12$ ; $p=0,001$ ) e pontuações das <i>Matrizes Progressivas Coloridas de Raven</i> ( $\beta=0,17$ ; $p=0,025$ ) aos 10 anos, após ajustes. Entretanto, a pontuação da avaliação da alimentação das crianças aos 2 e 3 anos de idade não se mantiveram estatisticamente significativas após os ajustes.                                                                                             |

**Quadro 6.** Artigos sobre escores de qualidade da dieta e desempenho cognitivo.

(continuação)

| Autor / ano            | Amostra / delineamento / local                                                       | Exposição                                                                                                                                                                                            | Desfecho                                                                                                                                                                                                     | Variáveis de ajuste                                                                        | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HAAPALA et al., 2015   | 428 crianças entre 6-8 anos de idade<br><br>Transversal<br><br>Finlândia             | <i>Baltic Sea Diet Score</i> (BSDS) e o escore <i>Dietary Approaches to Stop Hypertension</i> (DASH)                                                                                                 | A habilidade não-verbal foi avaliada por meio das <i>Matrizes Progressivas Coloridas de Raven</i> .                                                                                                          | Idade, sexo, escolaridade dos pais e renda familiar.                                       | Entre os meninos, uma BSDS menor ( $\beta = 0,244$ ; $p < 0,001$ ) e um escore DASH mais baixo ( $\beta = 0,202$ ; $p = 0,003$ ) foram relacionados a uma pontuação mais baixa nas <i>Matrizes Progressivas Coloridas de Raven</i> , mesmo após ajustes. Meninos no quartil mais baixo da BSDS e no escore DASH apresentaram pontuações mais baixas nas <i>Matrizes Progressivas Coloridas de Raven</i> do que aqueles no quartil mais alto. Entre as meninas, a BSDS ou o escore DASH não estiveram associados. Ajustes adicionais para atividade física, comportamento sedentário, desempenho cardiovascular e motor, gordura corporal, puberdade clínica, altura atual como porcentagem da altura adulta prevista, distúrbios de desenvolvimento, ingestão total de energia, pular refeições ou comportamentos alimentares não tiveram efeito sobre essas associações. |
| GRANZIERA et al., 2021 | 54 crianças com 5 anos de idade<br><br>Transversal (aninhado a coorte)<br><br>Itália | Grau de adesão à dieta mediterrânea (DM), classificado em quatro categorias: baixa (pontuação de 0 a 2), moderada (pontuação de 3 a 4), alta (pontuação de 5 a 6) e muito alta (pontuação de 7 a 9). | A cognição foi avaliada utilizando a <i>Griffiths Mental Development Scales</i> (GMDS), abordando os domínios: locomotor, pessoal-social, audição e linguagem, coordenação, desempenho e raciocínio prático. | Idade, gênero, status socioeconômico, amamentação exclusiva ou não exclusiva e QI materno. | Os dados contínuos não apresentaram significância estatística. E após a estratificação em tercís de escore cognitivo, crianças com maior adesão à DM apresentaram escores de desempenho mais altos do que aquelas com adesão baixa e moderada à DM, mesmo após o ajuste. Nos outros cinco domínios cognitivos não foi observada nenhuma diferença entre as categoriais de adesão à DM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**Quadro 6.** Artigos sobre escores de qualidade da dieta e desempenho cognitivo.

(conclusão)

| Autor / ano         | Amostra / delineamento / local                                                                     | Exposição                                                                                                                         | Desfecho                                                                                                                                                         | Variáveis de ajuste                                                                                                                                                                                                                                                                             | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MASINI et al., 2022 | 106 crianças entre 6-10 anos de idade<br><br>Transversal<br><br>Itália                             | Grau de adesão à DM utilizando um escore modificado do <i>Diet Quality Index for Children and Adolescents</i> (KIDMED)            | A memória de trabalho foi avaliada usando, um subteste do WISC-IV.                                                                                               | Não foram relatadas variáveis de ajuste.                                                                                                                                                                                                                                                        | As crianças foram classificadas conforme o grau de adesão à DM, em: (1) > 8-12, alto; (2) 4-7, médio, e (3) 0-3, ruim. A pontuação mais alta no índice KIDMED [ $\beta= 0,07$ (IC95% 0,01; 0,14) $p=0,043$ ] está positivamente associada a escores mais elevados de memória de trabalho.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| MOU et al., 2023    | 1.888 e 2.326 crianças e adolescentes com 10 e 13 anos de idade<br><br>Longitudinal<br><br>Holanda | Adesão às diretrizes nutricionais nacionais adequadas para a idade (aos 1 e 8 anos), utilizando o <i>Diet Quality Score</i> (DQS) | Neuroimagem estrutural, obtida aos 10 anos de idade por meio de ressonância magnética e QI em escala total, estimado utilizando o WISC-III aos 13 anos de idade. | Sexo da criança, etnia, idade em que a imagem cerebral foi avaliada, escolaridade materna, renda familiar, ingestão energética, IMC aos 10 anos; qualidade da dieta materna, tabagismo e uso de álcool, suplementação com ácido fólico e sintomas psicopatológicos maternos durante a gravidez. | Crianças com maior qualidade de dieta (DQS mais alto) aos 8 anos de idade apresentaram maior girificação cerebral e maior volume de massa cinzenta cerebral ( $\beta= 2,3 \text{ cm}^3$ ; $p= 0,04$ ); essas diferenças observadas na morfologia cerebral aos 10 anos mediaram a relação entre qualidade da dieta aos 8 anos e QI aos 13 anos de idade. No entanto não foram observados efeitos significativos do DQS aos 8 anos sobre o volume total do cérebro e da substância branca cerebral, bem como do DQS de 1 ano de idade sobre qualquer aspecto da morfologia cerebral, após ajustes. |

**Nota:** pequenas para a idade gestacional (PIG), adequadas para a idade gestacional (AIG), quociente de inteligência (QI), *Stanford–Binet Intelligence Scale* (SB), *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC), índice de massa corporal (IMC), *Eating Assessment in Toddlers* (EAT), *Peabody Picture Vocabulary Test* (PPVT), *Baltic Sea Diet Score* (BSDS), *Dietary Approaches to Stop Hypertension* (DASH), dieta mediterrânea (DM), *Griffiths Mental Development Scales* (GMDS), *Quality Index for Children and Adolescents* (KIDMED), *Diet-Quality Scores* (DQS).

### **3 MARCO TEÓRICO**

Apesar da maior parte da variabilidade na inteligência entre os indivíduos ser atribuída a fatores genéticos, evidências demonstram que a capacidade cognitiva também é moldada pela interação entre fatores ambientais, incluindo aspectos biológicos, socioeconômicos, psicossociais e culturais (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014; WALKER et al., 2007). Neste sentido, é bem estabelecido que diversos determinantes exercem influência na capacidade cognitiva ao longo do desenvolvimento infantil, tornando-a um fenômeno multifatorial. Com base na revisão da literatura, foi elaborado um modelo teórico conceitual que busca ilustrar os determinantes capazes de moldar a capacidade cognitiva da criança, conforme apresentado na Figura 5.

#### **3.1 Fatores genéticos**

A capacidade cognitiva tem uma considerável influência genética, com estudos indicando que cerca de metade da variação na inteligência entre indivíduos é explicada por fatores genéticos. Isso é evidenciado por pesquisas com gêmeos idênticos (monozigóticos) e fraternos (dizigóticos). Gêmeos monozigóticos demonstram uma alta semelhança, enquanto os dizigóticos são menos parecidos. Essas diferenças nas correlações permitem estimar uma herdabilidade de aproximadamente 50%, sugerindo que a metade da variabilidade na capacidade cognitiva geral é de origem genética (HAWORTH et al., 2010).

Os fatores genéticos também exercem controle sobre o desenvolvimento cerebral na infância, processo que envolve diversas mudanças morfológicas. Estudos apontam que influências genéticas substanciais afetam a espessura do corpo caloso, volume do núcleo caudado, volumes de substância cinzenta e branca do cérebro total, lobos parietais e temporais. Essas variações nas estruturas e funções cerebrais totais são consideradas como endofenótipos da inteligência, atuando como marcadores intermediários que impactam diretamente na determinação da inteligência (DEARY; PENKE; JOHNSON, 2010).

Entre os estudos que investigaram a inteligência dos pais, foi demonstrada uma associação positiva com a capacidade cognitiva da criança; principalmente o QI materno foi um forte preditor do QI na infância (RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016). Entretanto, permanece em aberto se a associação reflete predominantemente influências de natureza genética, ambiental ou uma combinação de ambas (ERIKSEN et al., 2013; RONFANI et al., 2015; TONG et al., 2007).

Estudos têm explorado a interação entre fatores genéticos e ambientais na inteligência e como a herdabilidade da inteligência geral aumenta com a idade, passando de cerca de 30% na primeira infância para 70 a 80% na idade adulta (DEARY; PENKE; JOHNSON, 2010). Essa ampliação das influências genéticas ao longo do desenvolvimento pode ser resultado de interações gene-ambiente, em que os indivíduos selecionam, modificam e criam as suas próprias experiências com base em suas propensões genéticas. Além disso, fatores ambientais podem modular a expressão gênica e processos de maturação, contribuindo para uma maior expressão dos genes relacionados à inteligência (HAWORTH et al., 2010; MOLLON et al., 2021).

Alguns estudos também verificaram que os componentes genéticos e ambientais compartilhados mudam em direções opostas em função do nível socioeconômico (NSE); dessa forma, o NSE atuaria como um moderador da herdabilidade da inteligência, ou seja, a herdabilidade da inteligência seria mais baixa para indivíduos com NSE mais baixo. Isso poderia ser explicado pelo fato de que crianças em situação de pobreza podem enfrentar dificuldades para desenvolver todo o seu potencial genético. No entanto, essa tendência ainda é controversa e não está bem estabelecida na literatura (HANSCOMBE et al., 2012; LOEHLIN et al., 2022; MAKHARIA et al., 2016; TUCKER-DROB; BATES, 2016).

### **3.2 Fatores socioeconômicos e demográficos**

Embora existam controvérsias sobre a interação gene-ambiente em relação ao NSE, é amplamente aceito que crianças provenientes de famílias de baixa condição socioeconômica enfrentam inúmeras desvantagens ambientais, tanto físicas quanto psicossociais, que afetam negativamente seu desenvolvimento cognitivo (HANSCOMBE et al., 2012).

Diversos estudos têm evidenciado uma forte relação entre indicadores socioeconômicos e demográficos e o desenvolvimento cognitivo. Condições socioeconômicas e demográficas desfavoráveis podem ser entendidas como um fator de risco distal, influenciando mecanismos de risco (OLIVEIRA, 1998; SANTOS et al., 2008; WALKER et al., 2007), aumentando a exposição das crianças a riscos biológicos e psicossociais. Indicadores de condições socioeconômicas desfavoráveis, tais como baixa renda (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014), desemprego (COLEY; LOMBARDI, 2013) e baixa escolaridade dos pais (LAWLOR et al., 2006) podem expor as crianças a um conjunto de fatores que têm o potencial de impactar negativamente seu desenvolvimento cognitivo (BARROS et al., 2010b; GUO; HARRIS, 2000; LAWLOR et al., 2006). No entanto, Guo e Harris (2000) observaram que a influência da

pobreza no desenvolvimento infantil é inteiramente mediada por fatores psicossociais e biológicos, sem um efeito direto sobre o desenvolvimento da criança.

Outras influências negativas na capacidade cognitiva das crianças estão associadas à fatores sociodemográficos como condições familiares e ambiente de moradia: um grande número de irmãos, moradias lotadas, condições sanitárias inadequadas e não morar em área urbana têm o potencial de submeter as crianças a condições de maior adversidade podendo afetar negativamente seu desempenho cognitivo (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014; CROOKSTON et al., 2010a; SANTOS et al., 2008). Ao contrário, bens familiares (por exemplo, automóveis, imóveis, itens domésticos, como televisores), propriedade da casa e classe social (ou prestígio profissional dos pais) estiveram associados a pontuações cognitivas mais elevadas (RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016).

A idade materna e a estrutura familiar também têm demonstrado uma relação indireta com o desempenho cognitivo das crianças. Alguns estudos também indicam que um aumento na idade materna frequentemente corresponde a um aumento no QI das crianças, embora essa relação não seja linear, manifestando-se com menos intensidade em idades mais avançadas. No entanto, o efeito da idade materna provavelmente ocorre de maneira indireta, uma vez que está relacionado a níveis educacionais mais elevados, vantagens socioeconômicas ampliadas e ambientes de criação mais estimulantes para as crianças (TEARNE, 2015). Por sua vez, a estrutura familiar também condiciona o desenvolvimento: viver em famílias monoparentais (com apenas um dos pais), bem como a instabilidade da estrutura familiar, geralmente envolvendo a separação dos pais, tem sido associada à menor desempenho cognitivo na infância, proporcionando múltiplos efeitos negativos que podem afetar às relações familiares e outros recursos de apoio social (CARLSON; CORCORAN, 2001; LEE; MCLANAHAN, 2015; NUSINOVICI et al., 2018; RICHARDS; WADSWORTH, 2004).

### **3.3 Fatores pré-natais**

Os fatores pré-natais, especialmente relacionados à saúde materna e comportamentos durante a gestação, são suscetíveis a influências socioeconômicas e demográficas. Essa interação pode afetar o desenvolvimento das crianças, refletindo-se em conexões diretas e indiretas ligadas a aspectos biológicos, que demonstraram ter influência no desempenho posterior das crianças.

Entre estes fatores, o crescimento fetal (ou seja, perímetro cefálico, circunferência torácica e comprimento das pernas) é um preditor positivo da capacidade cognitiva posterior (RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016).

O baixo peso, sobrepeso e obesidade maternos pré-gestacional, assim como o ganho de peso excessivo durante a gestação, podem afetar o neurodesenvolvimento das crianças, particularmente no que se refere ao domínio cognitivo e as habilidades verbais (COO et al., 2019; HAO et al., 2022; LIU et al., 2021; TONG; KALISH, 2021; WIDEN et al., 2017). O tabagismo ativo e passivo e consumo de álcool e outras substâncias na gestação também parecem ter um efeito negativo no desenvolvimento infantil, no entanto, os efeitos diretos não são bem estabelecidos (NILSEN; RUIZ; TULVE, 2020; POLAŃSKA; JUREWICZ; HANKE, 2015) e parecem estar mais relacionados a influência de mecanismos intermediários, como restrição do crescimento fetal, pequeno perímetro cefálico, parto prematuro, baixo peso ao nascer e menor chance de amamentação ao nascer (ADDILA et al., 2021; KÄLLÉN, 2000; LANTING et al., 2009; POPOVA et al., 2021; TARASI et al., 2022).

Dois artigos de revisão indicam que a prática de atividade física durante a gestação parece exercer um efeito positivo no neurodesenvolvimento infantil, destacando, em particular, benefícios relacionados à inteligência (g) (ÁLVAREZ-BUENO et al., 2018; NIÑO-CRUZ et al., 2018). Nakahara et al. (2021), também observou que níveis mais elevados de atividade física materna tanto antes, quanto durante a gestação, podem diminuir o risco de atraso no desenvolvimento.

Uma metanálise também evidenciou uma associação positiva entre uma melhor qualidade da dieta na gestação e o neurodesenvolvimento infantil, especificamente relacionado ao domínio cognitivo (BORGE et al., 2017), uma condição diretamente dependente das condições socioeconômicas. No entanto, é plausível que essa relação seja em parte mediada pela qualidade da dieta da criança, uma vez que esses dois fatores demonstram estar altamente correlacionados (BORGE et al., 2017), embora a nutrição e o fornecimento adequado de nutrientes na gestação (como folato, iodo e ferro) seja essencial para o desenvolvimento cérebro-fetal e o adequado crescimento intrauterino (TAYLOR et al., 2017), com indícios de uma relação direta (LAUZON-GUILLAIN et al., 2022).

Também foi observada uma associação positiva entre um maior número de consultas pré-natais e o desenvolvimento cognitivo. É provável que as consultas pré-natais impliquem em maior período gestacional, favorecendo o monitoramento da gestação, proporcionando condições clínicas mais favoráveis e intervenções benéficas ao bebê, quando necessárias (MOURA et al., 2010; RODRIGUES et al., 2012).

### 3.4 Fatores perinatais

Fatores consistentemente associados ao atraso no desenvolvimento e pior desempenho cognitivo são o baixo peso ao nascer ( $< 2.500$  gramas) e a prematuridade (especialmente nascidos muito prematuros, ou seja, com  $\leq 32$  semanas de gestação) (HILLEMEIER et al., 2011; HUANG et al., 2013; KIRKEGAARD et al., 2020; MAXWELL et al., 2017; MOURA et al., 2010; RICKARDS et al., 2001; RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016) embora alguns estudos tenham observado uma associação positiva entre peso ao nascer e idade gestacional com a capacidade cognitiva, mesmo entre crianças nascidas a termo ( $\geq 37$  semanas) e com peso normal (MATTE et al., 2001; YANG; PLATT; KRAMER, 2010).

Os fatores perinatais estão diretamente relacionados à duração da gestação, ao tabagismo, ao consumo de álcool e à dieta materna durante o período gestacional, às gestações anteriores e a diversos outros fatores ligados à saúde materna, incluindo a idade e o IMC (NILSEN; RUIZ; TULVE, 2020; POLAŃSKA; JUREWICZ; HANKE, 2015).

### 3.5 Características da criança

Alguns estudos têm observado pontuações de QI mais baixas em crianças do sexo masculino em comparação com criança do sexo feminino (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014; NIÑO-CRUZ, 2019). Também tem sido relatado pior desempenho em testes de inteligência em crianças não brancas (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014; CORNELIUS et al., 2009).

Em uma revisão sistemática, Ruiz, Quackenboss e Tulve (2016) ressaltaram que os escores cognitivos de crianças negras eram de dois a dez pontos mais baixos do que os de crianças brancas. Embora as disparidades geográficas, diferenças socioeconômicas no acesso a serviços e oportunidades, bem como variações nas características dos núcleos familiares possam, em grande parte, explicar essas diferenças (WEHBY; TRUJILLO, 2017), alguns estudos indicam que tais divergências persistem independentemente de alguns fatores como exposição a drogas ilícitas, qualidade dos cuidados, emprego materno, qualidade parental e estimulação cognitiva (RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016). Este fenômeno sugere a possibilidade de uma influência cumulativa de adversidades e eventos traumáticos na infância de crianças negras, podendo ter efeitos negativos no desenvolvimento das estruturas cerebrais (DUMORNAY et al., 2023) e, por conseguinte, no desempenho cognitivo. Tal situação pode ser atribuída à presença do racismo estrutural na sociedade.

### 3.6 Fatores psicossociais

Os fatores psicossociais, como a qualidade do ambiente doméstico, estimulação cognitiva, estilo parental e cuidados com a criança, podem ser significativamente influenciados ou independentes das condições socioeconômicas (GUO; HARRIS, 2000; SANTOS et al., 2008; WALKER et al., 2007) e refletem o enriquecimento cognitivo proporcionado à criança, que está associado a melhores desempenhos cognitivos (CORNELIUS et al., 2009).

A qualidade do ambiente doméstico e o nível de estimulação desempenham um papel crucial no desenvolvimento cognitivo infantil. A qualidade do ambiente abrange a segurança e a condição de moradia, sendo diretamente influenciada pelas condições socioeconômicas, nas quais situações de baixa renda frequentemente resultam em habitações com problemas estruturais, carência de comodidades e frequentemente localizadas em áreas de alta criminalidade. Por outro lado, o nível de estimulação cognitiva é influenciado pela disponibilidade de elementos que promovem estímulos cognitivos, incluindo materiais e experiências estimulantes. No entanto, a estimulação não é estritamente dependente das condições socioeconômicas, embora seja observada uma disparidade de acesso a esses elementos em crianças de famílias de baixa renda (GUO; HARRIS, 2000; SANTOS et al., 2008; WALKER et al., 2007). Neste sentido, estudos demonstram que ambientes cognitivamente estimulantes estão associados a um melhor desenvolvimento cognitivo em crianças (BYFORD; KUH; RICHARDS, 2012). Além disso, o nível de inteligência dos pais também tem sido visto como um determinante da estimulação cognitiva (FORNS et al., 2012).

O estilo parental refere-se às atitudes e interações entre pais e filhos e é influenciado indiretamente pela renda, pois a falta de recursos financeiros pode gerar estresse psicológico, levando a estilos parentais caracterizados por disciplina rígida, punição e menor afeto (GUO; HARRIS, 2000; WEBER et al., 2004); fatores que podem impactar negativamente no desenvolvimento cognitivo (BYFORD; KUH; RICHARDS, 2012). Os cuidados infantis abrangem os aspectos de cuidado e assistência à criança que não envolvem interações diretas com os pais, incluindo a qualidade do ensino oferecido na escola e a regularidade da frequência escolar (GUO; HARRIS, 2000; SHONKOFF; PHILLIPS, 2000b).

Além disso, sintomas depressivos pré e pós-natais tanto maternos quanto paternos também podem ter impacto negativo indireto no desenvolvimento infantil. Esse efeito decorre de mecanismos psicossociais relacionados à parentalidade, incluindo a responsividade, o estresse parental e a qualidade do cuidado oferecido (AHUN; CÔTÉ, 2019; FREDRIKSEN et al., 2019; GRANTHAM-MCGREGOR et al., 2007; WALKER et al., 2007).

### 3.7 Fatores relacionados à infância

Entre os comportamentos e saúde na infância, a prática de atividade física, especialmente na primeira infância, está positivamente associada com o neurodesenvolvimento e desempenho cognitivo posterior (BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018; CARSON et al., 2016; LEÃO et al., 2022; TANDON et al., 2016). Entre outros fatores, a duração do sono também demonstra estar positivamente associada a capacidade cognitiva na infância (NILSEN; RUIZ; TULVE, 2020), enquanto a sensação de sonolência diurna esteve negativamente associada (RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016). O histórico de internação hospitalar nos primeiros dois anos também foi um forte preditor de atraso no desenvolvimento (MOURA et al., 2010).

Já o crescimento físico (ou seja, peso, comprimento/altura e perímetro cefálico) adequado na primeira infância, principalmente durante os primeiros dois anos de vida, é essencialmente importante para limitar a redução na capacidade cognitiva para aquelas crianças nascidas prematuras, com baixo peso ou pequenas para a idade gestacional (PIG) (LATAL-HAJNAL et al., 2003; TAINE et al., 2018).

Neste sentido, Camargo-Figuera et al. (2014) identificaram que crianças que não apresentavam déficits no comprimento e perímetro cefálico desde o nascimento até o primeiro ano de vida tinham uma probabilidade reduzida de apresentar um baixo QI, enquanto Latal-Hajnal et al. (2003) observaram que crianças PIG que recuperaram o crescimento no período pós-natal tiveram desenvolvimento neurológico comparável a crianças nascidas AIG. Da mesma forma, Crookston et al. (2010b) verificaram que um terço das crianças que sofreram atraso no crescimento na infância até um ano de idade e recuperaram aos cinco anos de idade tiveram resultados em testes cognitivos semelhantes aos das crianças que não apresentavam atraso no crescimento em nenhuma das idades (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014; CROOKSTON et al., 2010b; LATAL-HAJNAL et al., 2003).

Entretanto, o comprometimento do desenvolvimento cognitivo não é diretamente atribuível ao tamanho ou ao crescimento da criança, mas, em vez disso, refletem a carência de nutrientes em nível celular, com impactos sistêmicos no desenvolvimento geral e cerebral (MARTORELL et al., 2010). Ou seja, o atraso no crescimento é uma medida de desnutrição crônica, causada por má nutrição, que leva a deficiências de diversos micronutrientes (como, iodo, ferro e zinco), e muitas vezes é agravada por doenças infecciosas (WALKER et al., 2007).

Neste contexto, a amamentação, a alimentação adequada e a suplementação, quando necessário, são particularmente importantes no fornecimento de energia e nutrientes necessários

para o adequado desenvolvimento (HUANG et al., 2013; LATAL-HAJNAL et al., 2003; WALKER et al., 2007).

Existem amplas evidências dos benefícios da amamentação para o desenvolvimento cognitivo na infância (HORTA; LORET DE MOLA; VICTORA, 2015; NILSEN; RUIZ; TULVE, 2020; RUIZ; QUACKENBOSS; TULVE, 2016): crianças amamentadas apresentam um desempenho superior em testes de inteligência, com um ganho médio de 3,44 pontos no QI (HORTA; LORET DE MOLA; VICTORA, 2015). Além disso, esses efeitos podem persistir até a idade adulta (VICTORA et al., 2015).

O leite materno fornece diversos nutrientes que contribuem para o desenvolvimento cerebral e podem influenciar no desempenho cognitivo por meio de diferentes mecanismos (WALKER et al., 2007). Em primeiro lugar, a rica composição nutricional, principalmente os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa encontrados no leite materno, estimulam o desenvolvimento do sistema nervoso central. Segundo, a amamentação estimula a liberação de ocitocina, facilitando o vínculo e o controle emocional e, conseqüentemente, tem um bom impacto no desenvolvimento cerebral. As vias neurais socioemocionais são influenciadas pelas interações físicas e sociais durante a amamentação. Além disso, ao transmitir bactérias benéficas e componentes bioativos à microbiota intestinal do bebê, o leite materno pode afetar indiretamente a estrutura e a função cerebral através do eixo intestino-cérebro (GREVET et al., 2023).

Além disso, é fundamental enfatizar que o período da primeira infância, reconhecido como a fase de desenvolvimento mais importante ao longo da vida de um indivíduo, constitui uma janela de oportunidade crítica para assegurar o crescimento e desenvolvimento adequados, especialmente nos dois primeiros anos de vida, por meio de uma alimentação e nutrição ideal (SIDDIQI; IRWIN; HERTZMAN, 2007; WHO, 2009; WORLD BANK, 2006). Durante esse estágio, ocorre o crescimento físico, o desenvolvimento metabólico, a maturação do sistema imunológico e a formação das estruturas e funções cerebrais (LIKHAR; PATIL, 2022). Nesse contexto, as condições socioeconômicas desempenham um papel fundamental na garantia de uma alimentação adequada, visto que crianças oriundas de famílias com baixo NSE tendem a enfrentar desafios relacionados à ingestão inadequada de nutrientes, além de apresentarem pior estado de saúde (NURLIYANA et al., 2015).

### **3.8 Consumo alimentar**

#### **3.8.1 Determinantes do consumo alimentar**

O consumo alimentar infantil é fortemente influenciado por fatores socioeconômicos, como o nível socioeconômico, renda familiar, a escolaridade dos pais e a localização geográfica, que desempenham um papel crucial na determinação da qualidade da dieta das crianças. Em famílias de menor NSE, com recursos financeiros limitados ou que vivem em áreas rurais, pode haver menor disponibilidade e restrições no acesso a alimentos frescos e nutritivos, levando a escolhas alimentares menos saudáveis (FRENCH et al., 2019; MAK et al., 2013; MAYÉN et al., 2014; ZISO; CHUN; PUGLISI, 2022). Além disso, pais menos escolarizados tendem a ser menos instruídos e terem menor conhecimento nutricional, podendo resultar em piores escolhas alimentares para seus filhos (MAK et al., 2013; NORTH; EMMETT, 2000)

Entre os fatores demográficos capazes de influenciar na alimentação infantil estão a estrutura familiar, o número de irmãos e a idade materna. Crianças com maior número de irmãos e filhas de mães mais jovens tendem a apresentar um padrão alimentar menos saudável, quando comparados às crianças com menor número de irmãos e filhas de mães com idade mais elevada (NORTH; EMMETT, 2000; SANTOS et al., 2016; SMITHERS et al., 2012a), enquanto crianças que vivem com ambos os pais (família biparental) tendem a apresentar maior consumo de alimentos considerados saudáveis, quando comparadas àquelas que vivem com apenas um dos pais (família monoparental) (BAEK; PAIK; SHIM, 2014).

As características relacionadas à criança, como sexo e cor da pele também podem influenciar nos perfis de consumo alimentar observados. Crianças de cor da pele preta apresentam maior probabilidade de consumir alimentos de um padrão alimentar considerado menos saudável (FLORES et al., 2021). Em relação ao sexo, um estudo com crianças brasileiras de seis anos de idade, observou que meninos tendem a apresentar uma alimentação com perfil mais básico (caracterizado pelo consumo de alimentos como pães, arroz e feijão); enquanto as meninas, em geral, apresentam maior consumo de frutas, verduras e legumes em comparação aos meninos (SANTOS et al., 2016). No entanto, Flores et al. (2021), observaram que crianças brasileiras entre 12 e 23 meses do sexo feminino tiveram maior probabilidade de consumir alimentos do padrão alimentar considerado não saudável, em relação aos meninos. Bogeia et al. (2019), por outro lado, não observaram diferenças nos padrões alimentares identificados entre os sexos em crianças brasileiras de 13 a 35 meses; da mesma forma, Pereira et al. (2022), em

outro estudo com crianças brasileiras de 24 meses, também não observaram diferenças no consumo de alimentos ultraprocessados de acordo com o sexo (PEREIRA et al., 2022).

Outros fatores capazes de influenciar o comportamento e o consumo alimentar são a dieta materna durante a gestação (BIRCH; FISHER, 1998; FORESTELL, 2016; GAHAGAN, 2012); o tempo de amamentação e a introdução de alimentos sólidos (GATICA et al., 2012; SANTOS et al., 2016); o excesso de peso e o comportamento alimentar dos pais (SCAGLIONI et al., 2018); fatores psicossociais, envolvendo o ambiente familiar (como comportamentos maternos e paternos, práticas parentais e estilo parental) (MAHMOOD et al., 2021; SCAGLIONI et al., 2018); fatores individuais, como preferências alimentares (MAK et al., 2013); bem como o crescimento e o ganho de peso na infância, que podem induzir um aumento ou diminuição da ingestão alimentar ou mudanças na qualidade da alimentação (SCAGLIONI et al., 2011).

### **3.8.2 Relação entre consumo alimentar e capacidade cognitiva**

Como mencionado anteriormente na revisão de literatura, a qualidade da dieta e os padrões alimentares na infância apresentam associações com o desempenho cognitivo, tanto em abordagens transversais quanto longitudinais, embora estes resultados ainda não estejam bem estabelecidos. Uma metanálise que avaliou cinco estudos sobre padrões alimentares, verificou que os padrões combinados oferecem um aumento pequeno, porém altamente significativo ( $OR = 1,03$ ,  $p \leq 0.001$ ), na chance de afetar a capacidade cognitiva infantil mesmo em crianças bem nutridas (NILSEN; RUIZ; TULVE, 2020).

De forma geral, uma alimentação mais saudável na primeira infância pode ser fonte de micronutrientes essenciais para o neurodesenvolvimento, como folato, iodo, ferro e ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), atuando de forma sinérgica e impactando positivamente no desenvolvimento cerebral, particularmente durante um período de crescimento acelerado do cérebro (GALE et al., 2009; MARINONI et al., 2022; NORTHSTONE et al., 2012).

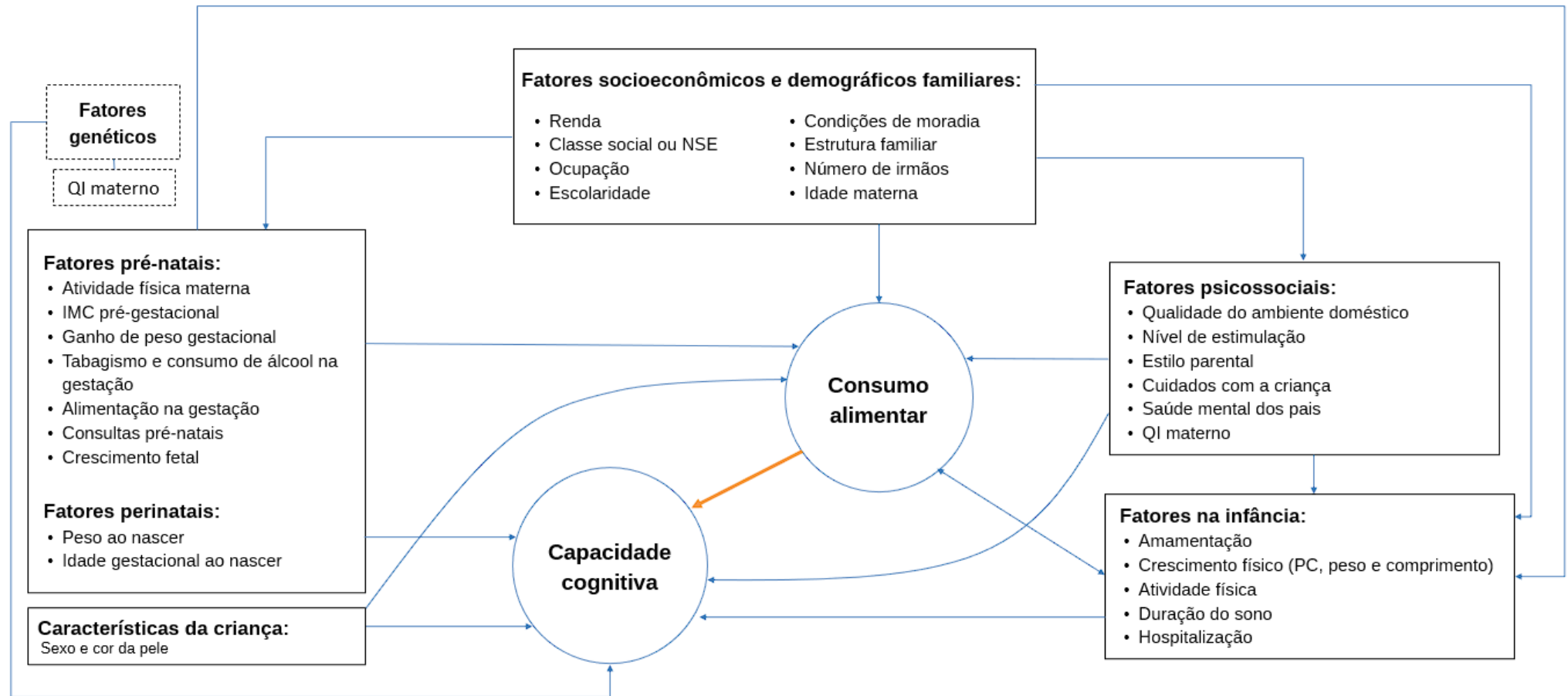
Da mesma forma, é possível identificar um efeito inverso, no qual uma alimentação menos saudável pode exercer impactos negativos no desenvolvimento cerebral durante períodos de crescimento acelerado (LEVENTAKOU et al., 2016). Esse efeito é exemplificado no estudo de Mou et al. (2023), no qual os pesquisadores exploraram a relação entre padrões alimentares e a função cognitiva, avaliando o papel mediador da morfologia cerebral. Eles identificaram que um padrão menos saudável, semelhante ao padrão ocidental (caracterizado por alimentos processados e ricos em açúcar), adotado por crianças com um ano de idade, teve impacto negativo no desenvolvimento da substância branca cerebral em um período considerado crítico.

A relação subjacente entre a adesão a um perfil alimentar específico e o funcionamento cognitivo ainda não está clara e pode ser atribuída a diferentes mecanismos potenciais. Primeiro, o consumo alimentar pode afetar a morfologia cerebral por meio de mecanismos epigenéticos. A dieta influencia a expressão de genes em diferentes estágios, afetando processos neurobiológicos como a neurogênese e a plasticidade sináptica, que podem levar a mudanças na estrutura cerebral (DAUNCEY, 2013, 2014). A neurogênese é o processo de criação de novos neurônios a partir de células progenitoras neurais e sua integração nos circuitos cerebrais existentes, enquanto a plasticidade sináptica se refere a capacidade cerebral adaptativa; ambos os processos são contínuos e suscetíveis a influências ambientais (BAVARESCO, 2016; DIAS; REIS, 2009; ZAINUDDIN; THURET, 2012). Um perfil alimentar mais saudável, rico em compostos bioativos e nutrientes (especialmente vitaminas, minerais, polifenóis e AGPI) pode modular positivamente a neurogênese no hipocampo (NH), uma das estruturas cerebrais relacionada à função cognitiva (ZAINUDDIN; THURET, 2012).

Em segundo lugar, as diferenças nos perfis alimentares podem induzir diferenças nas alterações metabólicas subjacentes ao desenvolvimento morfológico do cérebro. Por exemplo, o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF, em inglês), que desempenha um papel fundamental no metabolismo da glicose e da energia, também atua como um regulador da plasticidade sináptica no hipocampo e é suscetível a influência da dieta (KOTLEGA et al., 2020; MOU et al., 2023). Dessa forma, do mesmo modo que os compostos bioativos podem aumentar a concentração circulante de BDNF, um padrão alimentar não saudável, rico em açúcar e gordura, especialmente em ácidos graxos saturados (AGS ou SFA, em inglês), pode reduzir a NH a concentração de BDNF, além de aumentar o estresse oxidativo e a inflamação, potencializando ainda mais os efeitos negativos (HAAPALA et al., 2015; KOTLEGA et al., 2020; MOU et al., 2023; ZAINUDDIN; THURET, 2012).

Por fim, a dieta também pode afetar a composição da microbiota intestinal que, por sua vez, altera as respostas fisiológicas do hospedeiro. Alimentos ricos em fibras, como frutas, vegetais e grãos integrais, aumentam os níveis de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs), que são metabólitos benéficos produzidos pelas bactérias intestinais por meio da fermentação microbiana, o que pode influenciar a comunicação entre o intestino e o cérebro e a função cerebral, direta ou indiretamente por meio de vias neuroquímicas (DALILE et al., 2019; NOVA; GÓMEZ-MARTINEZ; GONZÁLEZ-SOLTERO, 2022; PORTINCASA et al., 2022).

Na Figura 5 é possível observar o modelo teórico, com base nas relações abordadas ao longo do marco teórico.



**Figura 5.** Modelo teórico conceitual.

A linha amarela representa a associação que se pretende investigar. **Nota:** NSE (nível socioeconômico), índice de massa corporal (IMC) e perímetro cefálico (PC).

#### 4 JUSTIFICATIVA

Assegurar uma dieta nutritiva durante os primeiros dois anos de vida é essencial para promover a saúde e o desenvolvimento saudável das crianças, especialmente durante esse período de crescimento e desenvolvimento acelerado, quando suas necessidades nutricionais estão em níveis particularmente elevados, tornando essencial não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos alimentos que são oferecidos (PRIES; FILTEAU; FERGUSON, 2019).

Além disso, a infância representa um momento crucial na formação dos hábitos alimentares, à medida que as crianças desenvolvem suas preferências alimentares, estabelecendo padrões de consumo que podem perdurar por toda a vida (COSMI; SCAGLIONI; AGOSTONI, 2017; GAHAGAN, 2012; LIORET et al., 2015; PAROCHE et al., 2017). No entanto, condensar informações relacionadas ao consumo alimentar representa um desafio na avaliação da dieta ao conduzir as análises.

Diferentes estratégias têm sido utilizadas, principalmente devido à importância atribuída à avaliação da dieta como um todo, já que proporciona um panorama mais abrangente do consumo alimentar e engloba os efeitos antagonistas e sinérgicos entre os diversos componentes da alimentação (ALLÈS et al., 2012; KANT, 2004). Entre as estratégias adotadas para avaliar a exposição alimentar, resolvendo as limitações inerentes às interações entre alimentos e nutrientes, estão os índices de qualidade da dieta e os padrões alimentares. Os índices de qualidade da dieta fornecem um panorama sobre o nível de adequação do consumo alimentar às recomendações de saúde; enquanto os padrões alimentares oferecem uma imagem mais precisa do consumo alimentar habitual, representando uma interação entre todas escolhas alimentares que formam um padrão alimentar completo (GHERASIM et al., 2020; MARQUES-VIDAL et al., 2018; TUCKER, 2010).

Nesse contexto, é de extrema importância investigar as conexões entre os padrões alimentares e a cognição em crianças, pois esses padrões podem oferecer uma visão mais abrangente da complexidade da alimentação e dos padrões de consumo habitual, em comparação com o estudo isolado de alimentos ou nutrientes, ou ainda de adequação às recomendações de saúde, visto que os índices de qualidade da dieta são baseados no conhecimento prévio de seus benefícios para a saúde e podem não levar em consideração as preferências e hábitos alimentares específicos de diferentes populações. Além disso, padrões alimentares podem ser considerados melhores preditores da capacidade cognitiva, além de serem mais facilmente traduzidas em mensagens de saúde pública (ALLÈS et al., 2012;

GRANZIERA; GUZZARDI; IOZZO, 2021; HAAPALA et al., 2015; HU, 2002; KANT, 2004; MARQUES-VIDAL et al., 2018; TUCKER, 2010).

Neste sentido, conforme observado na revisão de literatura, apenas sete estudos, dos quais se tem conhecimento até o momento, avaliaram a relação entre padrões alimentares na infância e o desempenho cognitivo (GALE et al., 2009; LEVENTAKOU et al., 2016; MARINHO et al., 2022; MARINONI et al., 2022; MOU et al., 2023; NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b). E embora alguns destes tenham sugerido associações positivas e negativas entre padrões alimentares considerados saudáveis e menos saudáveis, respectivamente, e o desempenho cognitivo, os resultados até o momento são limitados e apresentam inconsistências, que podem decorrer de problemas no controle de fatores de confusão importantes. Além disso, a maioria dos estudos que avaliaram essa associação foram conduzidos em países de alta renda (GALE et al., 2009; MARINHO et al., 2022; MARINONI et al., 2022; MOU et al., 2023; NORTHSTONE et al., 2012; SMITHERS et al., 2012b) e apenas um deles em país de renda média-alta (LEVENTAKOU et al., 2016). Isto pode refletir em diferenças na distribuição dos determinantes da capacidade cognitiva, quando comparados a países de baixa e média renda (CAMARGO-FIGUERA et al., 2014) e influenciar diretamente no tipo de padrão alimentar identificado, principalmente no que se refere à qualidade e à diversidade alimentar (GATICA-DOMÍNGUEZ et al., 2021; MAYÉN et al., 2014). Também é importante considerar que o padrão alimentar tende a ser específico para a população estudada, o que torna os resultados não extrapoláveis para países com diferentes níveis de renda e hábitos alimentares distintos, justificando, em parte, a realização de estudos com outras faixas etárias e em países com diferentes realidades econômicas e padrões de alimentação.

Esse conjunto de fatores destaca a necessidade de mais pesquisas para investigar se um padrão alimentar mais ou menos saudável está associado a pontuações mais altas ou mais baixas nos testes de inteligência. Dessa forma, este estudo pretende contribuir para preencher a lacuna de evidências sobre a associação entre os padrões alimentares na infância e o desempenho cognitivo, a partir de uma abordagem longitudinal, contribuindo para melhorar a compreensão do impacto de diferentes padrões alimentares em estágios importantes do neurodesenvolvimento e os seus resultados cognitivos posteriores. Este estudo utilizará dados de uma coorte prospectiva de base populacional, representativa de um país de renda média-alta, com grande tamanho amostral, altas taxas de acompanhamento e conduzida com alto rigor metodológico. Serão utilizados modelos de análises adequados, visando explorar fatores importantes destacados na literatura.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo geral**

Avaliar a associação entre os padrões alimentares aos dois anos e o quociente de inteligência (QI) aos 6-7 anos de idade em crianças pertencentes à Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015.

### **5.2 Objetivos específicos**

- [1] Identificar e caracterizar os padrões alimentares das crianças aos dois anos de idade;
- [2] Analisar os padrões alimentares de acordo com características socioeconômicas e demográficas;
- [3] Avaliar o QI das crianças aos 6-7 anos de idade;
- [4] Analisar o QI de acordo com características socioeconômicas e demográficas;
- [5] Investigar a associação entre os padrões alimentares aos dois anos e o QI das crianças aos 6-7 anos de idade.

## 6 HIPÓTESES

- [1] Serão derivados pelo menos dois padrões alimentares distintos entre os participantes do estudo: um padrão de alimentação saudável e um padrão de alimentação menos saudável.
- [2] A prevalência do padrão alimentar mais saudável será maior entre crianças brancas, do sexo masculino, com menor número de irmãos, filhas de mães mais velhas e mais escolarizadas, pertencentes a famílias biparentais, de maior nível socioeconômico e com maior renda familiar.
- [3] O QI total irá apresentar uma pontuação média de 110 pontos.
- [4] Menores pontuações de QI serão observadas entre crianças pretas ou pardas, do sexo masculino, filhas de mães mais jovens e menos escolarizadas, com maior número de irmãos e de pessoas compartilhando o domicílio, pertencentes a famílias monoparentais, de menor nível socioeconômico e com menor renda familiar.
- [5] Crianças que mantiveram padrões alimentares mais saudáveis aos dois anos de idade irão apresentar pontuações mais altas de QI, enquanto aquelas que adotaram padrões alimentares menos saudáveis terão pontuações mais baixas de QI aos 6-7 anos.

## **7 METODOLOGIA**

### **7.1 Delineamento**

#### **7.1.1 Delineamento do estudo e justificativa para escolha**

O delineamento desta pesquisa será longitudinal, fazendo uso de dados previamente coletados da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015. Esses dados foram coletados em diferentes momentos ao longo do ciclo vital, o que viabiliza a análise longitudinal.

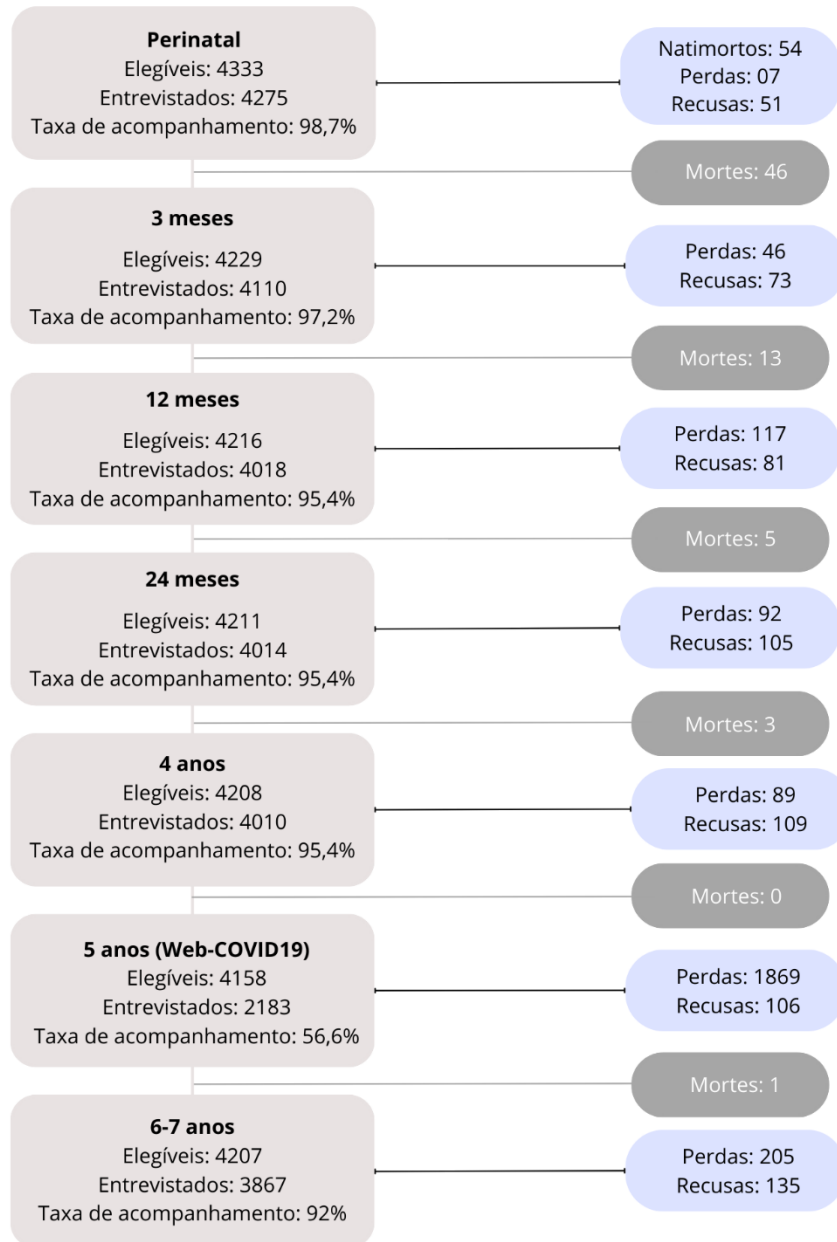
Essa escolha de abordagem se deve às suas vantagens comparativas em relação a outros métodos, notadamente na sua capacidade de estabelecer relações temporais entre a exposição e o desfecho, um critério essencial para a determinação de causalidade (SZKLO; NIETO, 2014).

#### **7.1.2 Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015**

A Coorte de Nascimentos de Pelotas em 2015 integra uma série de estudos com delineamento similar conduzidos na cidade de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul (RS). Esses estudos tiveram início nos anos de 1982, 1993, 2004 e 2015. Em cada um deles, todos os nascidos vivos no respectivo ano foram selecionados e a partir desse ponto, iniciou-se um estudo observacional prospectivo com a finalidade de acompanhar esses indivíduos ao longo de todo o seu ciclo vital, analisando exposições e resultados relacionados à saúde. Essa abordagem permite, sobretudo, a análise e comparação de tendências temporais relacionadas à saúde (HALLAL et al., 2018; VICTORA; BARROS, 2006).

A coorte de 2015, diferente das demais, teve início com a avaliação das mães durante o período pré-natal, com o objetivo de abranger os partos previstos para o ano de 2015. Todas as mães que residiam na área urbana de Pelotas e que deram à luz em uma das cinco maternidades do município, entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2015, foram convidadas a participar deste estudo. A área de abrangência das coortes anteriores incluía uma pequena vila de pescadores que não é mais classificada como urbana (Colônia Z3), e uma área urbana isolada que mais tarde foi anexada à cidade vizinha de Capão do Leão, as quais foram mantidas para manter a comparabilidade com as demais coortes. Após o nascimento, a Coorte de 2015 passou por seis etapas de acompanhamento: aos três meses, aos 12 meses, aos 24 meses, aos quatro anos, aos seis a sete anos, e realizou um estudo Web-COVID19 aos cinco anos. A Figura 6 apresenta um sumário de todos os acompanhamentos realizados e informações adicionais referentes à metodologia da Coorte de Nascimentos de Pelotas em 2015 já foram publicadas em um estudo anterior (HALLAL et al., 2018). Para esse projeto, serão utilizados dados dos seguintes

acompanhamentos: perinatal, três, 12 meses e, principalmente, dados referentes ao acompanhamento dos 24 meses e dos 6-7 anos de idade das crianças da coorte.



**Figura 6.** Descrição das taxas de acompanhamento realizadas na Coorte de Nascimentos de 2015. Pelotas-RS.

## 7.2 População-alvo

Todas as crianças nascidas em Pelotas no ano de 2015 cujas mães residiam na zona urbana do município, na Colônia Z3 e no bairro Jardim América.

### 7.3 Critérios de inclusão

Nascidos vivos de mães residentes na zona urbana de Pelotas, na Colônia Z3 e no bairro Jardim América, cujos partos ocorreram nas maternidades de Pelotas entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2015.

### 7.4 Critérios de exclusão

Participantes com alterações congênitas e limitações intelectuais, motoras ou sensoriais graves (como paralisia cerebral ou autismo grave), que possam restringir sua capacidade de participação no estudo.

### 7.5 Instrumentos

Os instrumentos e questionários utilizados para a coleta de informações na coorte de 2015 e de interesse para este projeto podem ser encontrados acessando o link: < [www.epidemiologia.ufpel.org.br/coorte\\_2015/questionarios](http://www.epidemiologia.ufpel.org.br/coorte_2015/questionarios)>.

#### 7.5.1 Instrumento para coleta do desfecho

O desfecho do presente estudo foi coletado no acompanhamento dos 6-7 anos da coorte de 2015. Neste acompanhamento, a habilidade cognitiva foi avaliada através do *Wechsler Intelligence Scale for Children-IV* (WISC-IV), por psicólogos treinados. Esse instrumento é composto por dez subtestes principais, sendo que cada subteste mede capacidades ou habilidades específicas (Quadro 7). Os subtestes principais abrangem quatro índices que fornecem pontuações de QI total, sendo eles: índice de compreensão verbal (ICV), índice de organização perceptual (IOP), índice de memória operacional (IMO) e índice de velocidade de processamento (IVP) (VIDAL; FIGUEIREDO; NASCIMENTO, 2011; WECHSLER, 2014).

**Quadro 7.** Habilidades avaliadas em cada subteste do WISC-IV.

(continua)

| Subteste    | Índice | Habilidades avaliadas                                                                                                                                                                                  |
|-------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Semelhanças | ICV    | Raciocínio lógico e formação conceitual verbal (pensamento abstrato); raciocínio indutivo, com identificação de aspectos essenciais de não-essenciais; desenvolvimento da linguagem e fluência verbal. |
| Vocabulário | ICV    | Conhecimento de palavras e a formação de conceitos verbais, nível de conhecimento, habilidade de aprendizado, memória a longo prazo e nível de desenvolvimento linguístico.                            |
| Compreensão | ICV    | Raciocínio verbal e conceituação, compreensão verbal e expressão, habilidade para avaliar e utilizar experiências anteriores, bem como habilidade para transmitir informações de ordem prática.        |

**Quadro 7.** Habilidades avaliadas em cada subteste do WISC-IV.

(conclusão)

| Subteste                      | Índice | Habilidades avaliadas                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cubos                         | IOP    | Inteligência geral; capacidade de analisar e de sintetizar estímulos visuais abstratos e formação de conceito não-verbal. Envolve também percepção visual e organização, coordenação visual-motora, visualização espacial, aprendizagem, e a capacidade de separar o estímulo visual da figura e da base. |
| Conceitos Figurativos         | IOP    | Nível de abstração; habilidade de raciocinar.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Raciocínio Matricial          | IOP    | Fluidez da inteligência e fornece uma estimativa realista da habilidade intelectual de modo geral.                                                                                                                                                                                                        |
| Dígitos                       | IMO    | Atenção, concentração, sequenciamento, memória auditiva de curto prazo. Retenção de dígitos em ordem direta mede a memória de curto prazo; retenção de dígitos em ordem inversa é uma medida de memória de trabalho.                                                                                      |
| Sequência de Números e Letras | IMO    | Atenção, memória auditiva de curto prazo, imagens visuais e espaciais, sequenciamento, agilidade mental e velocidade de processamento                                                                                                                                                                     |
| Código                        | IVP    | Memória de curto prazo, aprendizado, percepção visual, coordenação visuomotora amplitude visual, flexibilidade conectiva, atenção e motivação.                                                                                                                                                            |
| Procurar Símbolos             | IVP    | Coordenação visuomotora, memória visual de curto prazo, flexibilidade cognitiva, discriminação visual e concentração                                                                                                                                                                                      |

**Fonte:** relatório do trabalho de campo (acompanhamento dos 6-7 anos da Coorte de 2015).

**Nota:** índice de compreensão verbal (ICV), índice de organização perceptual (IOP), índice de memória operacional (IMO) e índice de velocidade de processamento (IVP).

### 7.5.2 Instrumento para coleta da exposição principal

A exposição principal deste estudo foi avaliada durante o acompanhamento dos 24 meses, sendo coletados por meio de um questionário com 23 questões relacionadas à alimentação da criança, baseado na seguinte pergunta: *“Agora vou fazer algumas perguntas sobre a alimentação do(a) <CRIANÇA>. Por favor responda com base nos alimentos que são consumidos habitualmente, ou seja, todos ou quase todos os dias. Pensando no consumo habitual do(a) <CRIANÇA>, ele(a) toma...”*. O questionário, construído com base em um instrumento utilizado pelo Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2015), avalia o consumo habitual, com opções de resposta “sim” ou “não”. Foi aplicado à mãe ou ao responsável pela criança, por um entrevistador devidamente treinado.

Foi investigado o consumo de leite, fórmula infantil e iogurte, frutas e suco de fruta *in natura*, bebidas adoçadas (sucos artificiais e refrigerantes), frutas, legumes e verduras, feijão, proteínas (carnes, ovos e fígado), carboidratos simples (como arroz, batata, aipim ou massa) e alimentos industrializados como nuggets/hambúrguer/embutidos, macarrão instantâneo, salgadinhos de pacote (chips), biscoitos e guloseimas (como balas, pirulitos, chocolate,

chicletes ou gelatina) e sobre açúcares de adição (achocolatado, açúcar e mel). O questionário completo encontra-se no Anexo 1.

## 7.6 Operacionalização das variáveis

### 7.6.1 Operacionalização do desfecho

O desfecho deste estudo será a habilidade cognitiva das crianças, representada pelo QI total, avaliado através do WISC-IV. Nas análises, o QI será utilizado na forma de escore, como uma variável contínua.

### 7.6.2 Operacionalização das variáveis independentes

#### 7.6.2.1 Exposição principal

A exposição principal consistirá nos padrões alimentares obtidos por meio da análise de componentes principais (PCA, em inglês), derivados do questionário de consumo habitual. Os padrões alimentares são combinações lineares de alimentos que são frequentemente consumidos juntos e serão posteriormente nomeados com base nas características dos itens alimentares retidos em cada um dos padrões. Uma pontuação resumida para cada padrão será derivada para ser utilizada nas análises como uma variável contínua. Mais informações sobre as análises serão discutidas no item “8.9 Análise dos dados”.

#### 7.6.2.2 Covariáveis

Pretende-se utilizar outras variáveis independentes nas análises do presente projeto. No Quadro 8 estão descritas essas covariáveis, bem como o acompanhamento no qual foram obtidas, sua classificação e a sua operacionalização.

**Quadro 8.** Covariáveis a serem utilizadas nas análises.

(continua)

| Variável                             | Acompanhamento | Classificação      | Operacionalização                                                          |
|--------------------------------------|----------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Variáveis socioeconômicas</b>     |                |                    |                                                                            |
| Renda familiar                       | Perinatal      | Categórica         | Quintis de renda familiar                                                  |
| Classificação econômica <sup>1</sup> | Perinatal      | Categórica ordinal | A-B, C, D-E                                                                |
| Ocupação materna                     | 24 meses       | Dicotômica         | Trabalhou fora / Não trabalhou fora desde que a criança completou 12 meses |
| <b>Variáveis demográficas</b>        |                |                    |                                                                            |
| Idade materna                        | Perinatal      | Numérica discreta  | Anos completos                                                             |
| Escolaridade materna                 | Perinatal      | Numérica discreta  | Anos completos de estudo                                                   |
| Estado civil materno                 | Perinatal      | Dicotômica         | Com companheiro e sem companheiro                                          |

**Quadro 8.** Covariáveis a serem utilizadas nas análises.

(conclusão)

| Variável                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Acompanhamento                    | Classificação      | Operacionalização                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Estrutura familiar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 48 meses                          | Dicotômica         | Monoparental (mora somente com um dos pais) ou biparental (mora com os dois pais) |
| Número de irmãos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48 meses                          | Numérica discreta  | Número de irmãos mais velhos                                                      |
| Número de pessoas no domicílio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3, 12 e 24 meses                  | Numérica discreta  | Número de pessoas morando no domicílio                                            |
| <b>Variáveis pré-natais</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                    |                                                                                   |
| Atividade física materna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Perinatal                         | A definir          | A definir                                                                         |
| IMC pré-gestacional <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Perinatal                         | Categórica ordinal | Baixo peso, peso adequado, sobrepeso e obesidade                                  |
| Ganho de peso gestacional <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Perinatal                         | Dicotômica         | Inadequado e adequado                                                             |
| Tabagismo na gestação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Perinatal                         | Dicotômica         | Sim/Não                                                                           |
| Consumo de álcool na gestação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Perinatal                         | Dicotômica         | Sim/Não                                                                           |
| Consultas pré-natal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Perinatal                         | Numérica discreta  | Número de consultas pré-natais                                                    |
| <b>Variáveis da criança</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                    |                                                                                   |
| Sexo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Perinatal                         | Dicotômica         | Masculino/Feminino                                                                |
| Cor da pele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48 meses                          | Categórica nominal | Branca, preta ou parda                                                            |
| <b>Variáveis perinatais</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                    |                                                                                   |
| Idade gestacional ao nascer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Perinatal                         | Dicotômica         | Pré-termo (< 37 semanas) e termo (≥ 37 semanas)                                   |
| Peso ao nascer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Perinatal                         | Dicotômica         | Baixo peso (≤ 2.500 g) e peso normal (> 2.500 g)                                  |
| <b>Variáveis da infância</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                    |                                                                                   |
| Medidas de crescimento: peso-idade, altura-idade, perímetro cefálico-idade e peso-altura <sup>4</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Perinatal, 3, 12 meses e 24 meses | Dicotômica         | Com déficit (escore $z \leq -2$ ) sem déficit (escore $z > -2$ )                  |
| IMC-para-idade <sup>5</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 24 meses                          | Categórica ordinal | Peso adequado, excesso de peso, sobrepeso e obesidade                             |
| Duração da amamentação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3, 12 e 24 meses                  | Numérica discreta  | Tempo em meses completos                                                          |
| Duração do sono                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 24 meses                          | Numérica contínua  | Tempo em horas                                                                    |
| Atividade física                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 24 meses                          | A definir          | A definir                                                                         |
| Hospitalização da criança                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12 e 24 meses                     | Numérica discreta  | Número de vezes que foi hospitalizada                                             |
| <b>Variáveis psicossociais</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                    |                                                                                   |
| Participação na pré-escola                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 12 e 24 meses                     | Dicotômica         | Sim/Não                                                                           |
| Preferência de interação nas brincadeiras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 24 meses                          | Dicotômica         | Independente (sozinha) ou social (em grupo)                                       |
| Nível de estimulação infantil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 24 meses                          | Numérica discreta  | Pontuação de 0 a 5                                                                |
| Relacionamento entre pais e filhos (PAFAS) <sup>6</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 24 meses                          | Numérica discreta  | Pontuação de 0 a 15                                                               |
| Depressão materna (EPDS) <sup>7</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 24 meses                          | Dicotômica         | Sim (escore ≥ 10) / Não (escore < 10)                                             |
| <sup>1</sup> Operacionalizada de acordo com indicadores da Associação Brasileira de Empresa e Pesquisa (ABEP).<br><sup>2-3</sup> Operacionalizada de acordo com <i>Institute of Medicine</i> (IOM) de 2009 e 2013, respectivamente.<br><sup>4</sup> Operacionalizada de acordo com as curvas de crescimento da Organização Mundial da Saúde (OMS) e classificada de acordo com o escore-z, baseado em Camargo-Figuera et al., 2014.<br><sup>5</sup> Operacionalizada de acordo com as curvas de crescimento da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2006 e classificada de acordo com o escore-z<br><sup>6</sup> Subescala <i>Parent and Family Adjustment Scales</i> (PAFAS): pontuações mais altas indicam pior relacionamento pai-filho.<br><sup>7</sup> Baseada na <i>Edinburgh Postnatal Depression Scale</i> (EPDS) e operacionalizada de acordo com Santos et al., 2007. |                                   |                    |                                                                                   |

A variável relacionada à estimulação será avaliada através de questões obtidas a partir da entrevista realizada com a mãe no acompanhamento dos 24 meses. Será utilizado instrumento proposto por Barros et al. (2010), que contém cinco questões relacionadas à estimulação infantil, que representam indicadores da estimulação cognitiva, interação pai-filho e interações interpessoais gerais. As questões deste instrumento avaliaram esses estímulos na semana anterior à entrevista e incluem: se alguém leu ou contou uma história para a criança, se a criança visitou a praça ou o parque, se a criança esteve na casa de outras pessoas, se a criança costuma assistir televisão e se havia livros de histórias em casa. Posteriormente, uma pontuação simples será calculada somando o número de respostas positivas a essas cinco questões, com valores variando entre 0 e 5.

## **7.7 Controle de qualidade**

Para garantir a qualidade dos dados coletados durante os acompanhamentos da coorte, diversas estratégias foram adotadas. Dentre os principais critérios destacados com esse propósito, incluíram-se: treinamento e padronização contínuos da equipe responsável pelo trabalho de campo; aplicação padronizada de questionários; calibração regular dos equipamentos de medição; realização de reuniões periódicas entre a equipe e verificação constante de inconsistências no banco de dados. Além disso, em todos os acompanhamentos, a qualidade dos dados era monitorada através da verificação da consistência nas respostas, realizada por meio de um questionário abreviado contendo perguntas sem temporalidade, aplicado por meio de chamadas telefônicas em 10% da amostra.

Para fins de controle de qualidade, especificamente das informações psicológicas, foram realizadas filmagens das atividades com as crianças, avaliadas pelas supervisoras psicólogas com base em critérios objetivos relativos a cada subteste do WISC-IV. Durante o trabalho de campo, a correção e digitação de dois subtestes também foram realizadas pelas supervisoras. Erros ou discrepâncias na aplicação dos testes eram abordados individualmente com as entrevistadoras. Além disso, 10% das entrevistas de cada entrevistadora eram selecionadas aleatoriamente e revisadas pelas supervisoras e sempre que erros, na aplicação ou pontuação dos testes, eram identificados tomavam-se medidas de correção. Observações de rotina eram feitas através de olho mágico nas salas de entrevista, permitindo a correção imediata de problemas na aplicação dos instrumentos.

## 7.8 Cálculo de poder

Os dados a serem utilizados neste projeto já foram coletados. Sendo assim, não foi realizado cálculo de tamanho de amostra para o projeto. No momento das análises estatísticas, serão realizados cálculos de poder *a posteriori* para todas as análises previstas.

## 7.9 Análise dos dados

Primeiramente, os padrões alimentares serão derivados utilizando a técnica de PCA, que permite que grupos de alimentos sejam combinados com base em sua correlação, formando os chamados fatores ou componentes. O número de componentes será definido com base nos critérios de autovalores maiores do que a unidade e utilizando o gráfico de *screeplot*, no qual os pontos de maior declive indicam o número de fatores a serem retidos. Além disso, este número também poderá ser definido com base na sua interpretabilidade. Serão considerados representativos de cada componente os itens alimentares que apresentarem carga fatorial  $\geq 0,3$  ou  $\leq -0,3$ . Posteriormente, será aplicada uma rotação ortogonal *varimax* para obter as cargas fatoriais mais altas de cada componente, permitindo uma melhor visualização e facilitando a interpretação dos resultados (HU, 2002; KANT, 2004; OCKÉ, 2013; OLINTO, 2007).

Os padrões derivados serão posteriormente nomeados com base nas características dos itens retidos em cada um dos componentes e também serão descritas as cargas fatoriais finais dos itens alimentares que compõe cada um dos padrões alimentares identificados. Uma pontuação resumida para cada criança será derivada para cada um dos componentes com base nas cargas fatoriais correspondentes a cada item alimentar; poderão ser utilizadas pontuações padronizadas (média = 0 e desvio-padrão = 1) para proporcionar uma escala mais interpretável para os padrões alimentares, possibilitando uma análise com os padrões na forma contínua. Alternativamente, os padrões poderão ser analisados em tercís.

Em seguida, o desfecho (score de QI) terá sua distribuição avaliada por meio de testes formais e inspeção visual. Caso não se verifique uma distribuição normal, serão consideradas transformações ou a utilização de testes não paramétricos.

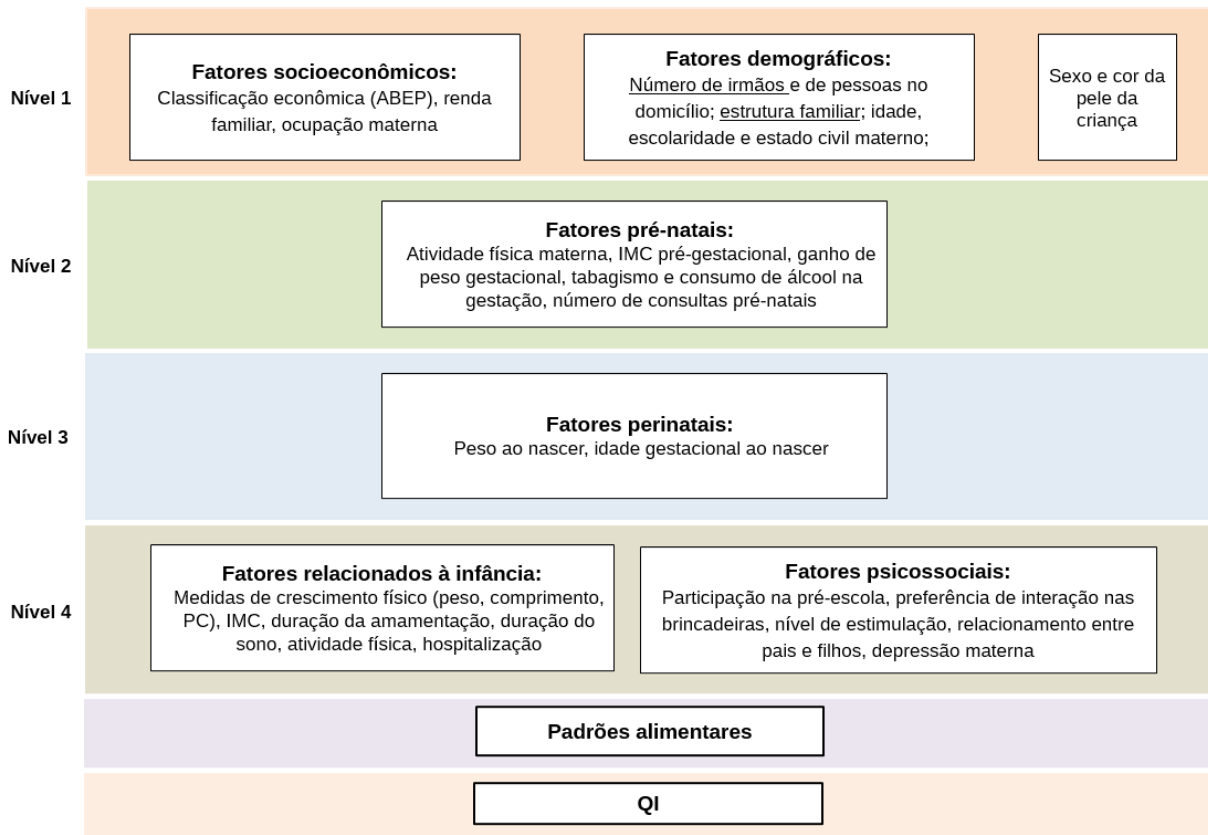
Posteriormente, será realizada uma análise descritiva das variáveis independentes e do desfecho para caracterização da amostra. Além disso, será feita a comparação da amostra analítica (subconjunto de participantes da coorte que apresentam dados completos sobre o consumo alimentar aos 24 meses e sobre a capacidade cognitiva aos 6-7 anos) com a amostra da linha de base para avaliar se há possibilidade de viés de seleção na amostra analítica.

As variáveis numéricas consideradas simétricas serão apresentadas por meio da média e do desvio-padrão; caso apresentem distribuição assimétrica, serão descritas utilizando a mediana e o intervalo interquartil. No que se refere às variáveis categóricas, serão expressas através de frequências absolutas e relativas, juntamente com seus intervalos de confiança de 95% (IC95%). Além disso, será conduzida uma análise descritiva da exposição e do desfecho de acordo com as características da amostra, especialmente as socioeconômicas e demográficas.

Para investigar a associação entre os padrões alimentares e o escore de QI, planeja-se utilizar um modelo de regressão linear, bruto e ajustado. Para a seleção das variáveis que integrarão o modelo de regressão a ser utilizado nas análises ajustadas (multivariável), será utilizado o modelo hierárquico (Figura 7), aliado ao processo *backward*. No modelo final, serão incluídas apenas as variáveis que apresentarem um valor  $p < 0,20$ .

Será analisada a melhor maneira de incorporar às análises as variáveis para as quais existem informações exclusivamente relacionadas ao acompanhamento dos 48 meses, uma vez que estão no meio da cadeia causal.

A análise dos dados será realizada utilizando o pacote estatístico STATA (versão 15.1) e será adotado um nível de significância de 5%.



**Figura 7.** Modelo hierárquico de análise\*.

\* Para as variáveis sublinhadas na Figura 7 será avaliada a melhor forma de incluí-las no modelo de análise.

## 8 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto intitulado “Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015: a influência dos determinantes precoces nos desfechos em saúde ao longo do ciclo vital” foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (sob parecer número 522.064), válido até o acompanhamento dos 4 anos. Para o acompanhamento dos 6-7 anos o projeto “Acompanhamento de 6-7 Anos da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015: a influência dos determinantes precoces nos desfechos em saúde e desenvolvimento socioemocional ao longo do ciclo vital” foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas (sob o parecer número 5.032.997).

Em todos os acompanhamentos, a assinatura da mãe ou responsável legal, concordando em participar da pesquisa, foi obtida por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O presente projeto não requer submissão a um Comitê de Ética, uma vez que utiliza dados previamente coletados e que já atendiam aos requisitos éticos estabelecidos.

## 9 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente projeto apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiramente, o questionário empregado para avaliar o consumo alimentar das crianças aos dois anos de idade apresenta limitações em sua capacidade de capturar com precisão a frequência e a quantidade de alimentos consumidos. Essa limitação decorre do caráter qualitativo do questionário, que se restringe ao consumo habitual e proporciona uma visão geral da alimentação, concentrando-se apenas em alguns alimentos e nas categorias de “consome habitualmente” ou “não consome habitualmente”. No entanto, alimentos consumidos frequentemente ou muito raramente costumam ser relatados com maior acurácia em estudos que priorizam o consumo habitual (PEREIRA; SICHIERI, 2007). Ainda, alguns inquéritos nacionais de saúde, como a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (PNDS) e a Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), utilizam abordagens semelhantes baseadas em questionários que avaliam apenas a frequência de consumo alimentar e não sua quantidade (PEREIRA et al., 2022).

Outra possível limitação está relacionada à ausência de dados coletados sobre o QI materno e quaisquer outros testes que avaliem a capacidade cognitiva entre as mães das crianças pertencentes à Coorte de 2015. A literatura mostra que a inteligência materna é um preditor importante da inteligência da criança e, em estudos que coletaram esse dado, a habilidade cognitiva materna foi considerada um potencial confundidor na associação entre padrão alimentar e capacidade cognitiva dos filhos (GALE et al., 2009; MARINONI et al., 2022). Portanto, a ausência de informações sobre o QI materno pode representar uma limitação, embora a escolaridade materna tenha sido utilizada na literatura como um proxy para contornar essa limitação (MARINHO et al., 2022; NORTHSTONE et al., 2012; NYARADI et al., 2013b; SMITHERS et al., 2012a). Isso se deve ao fato de que os anos de escolaridade e os resultados dos testes de inteligência apresentam uma correlação positiva (DEARY et al., 2007; STRENZE, 2007), sendo a escolaridade considerada um indicador de inteligência (DEARY; JOHNSON, 2010; RITCHIE; TUCKER-DROB, 2018). Além disso, em um dos estudos que investigou padrões alimentares e capacidade cognitiva na infância, foram realizados ajustes adicionais para inteligência e outras características maternas que atenuaram as associações observadas, embora as estimativas de efeito tenham permanecido consistentes na mesma direção (LEVENTAKOU et al., 2016).

## **10 DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados serão comunicados através de um volume final de dissertação, um artigo a ser submetido a um periódico científico e um resumo destacando os principais resultados para divulgação na imprensa.

## 11 FINANCIAMENTO

Este projeto será realizado com dados da “Coorte de Nascimentos de Pelotas, 2015”, conduzido pelo Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, com o apoio da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) e financiada pela *Wellcome Trust*, pelo Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde (DECIT-MS), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Fundação Bernard van Leer Foundation, Instituto Todos Pela Saúde e Celer Biotecnologia AS.

Além disso, o presente trabalho será realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, por meio de concessão de bolsa de mestrado.



### 13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, F. J.; QUIROGA, M. A.; COLOM, R. Intelligence Assessment. *In*: ABAD, F. J.; QUIROGA, M. A.; COLOM, R. **Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology**. Elsevier, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809324-5.05599-1>>. Acesso em: 21 set. 2023.
- ADDILA, A. E. et al. The effects of maternal alcohol consumption during pregnancy on adverse fetal outcomes among pregnant women attending antenatal care at public health facilities in Gondar town, Northwest Ethiopia: a prospective cohort study. **Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy**, v. 16, n. 1, p. 64, 2021.
- AHUN, M. N.; CÔTÉ, S. M. Maternal depressive symptoms and early childhood cognitive development: a review of putative environmental mediators. **Archives of Women's Mental Health**, v. 22, n. 1, p. 15–24, 2019.
- ALLÈS, B. et al. Dietary patterns: a novel approach to examine the link between nutrition and cognitive function in older individuals. **Nutrition Research Reviews**, v. 25, n. 2, p. 207–222, dez. 2012.
- ÁLVAREZ-BUENO, C. et al. Pregnancy leisure physical activity and children's neurodevelopment: a narrative review. **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology**, v. 125, n. 10, p. 1235–1242, 2018.
- AMBROSINI, G. L. Childhood dietary patterns and later obesity: a review of the evidence. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 73, n. 1, p. 137–146, fev. 2014.
- ANJOS, T. et al. Nutrition and neurodevelopment in children: focus on NUTRIMENTHE project. **European Journal of Nutrition**, v. 52, n. 8, p. 1825–1842, dez. 2013.
- BAEK, Y. J.; PAIK, H. Y.; SHIM, J. E. Association between family structure and food group intake in children. **Nutrition Research and Practice**, v. 8, n. 4, p. 463–468, ago. 2014.
- BARROS, A. J. et al. Child development in a birth cohort: effect of child stimulation is stronger in less educated mothers. **International Journal of Epidemiology**, v. 39, n. 1, p. 285–294, fev. 2010a.
- BARROS, F. C. et al. Socioeconomic inequities in the health and nutrition of children in low/middle income countries. **Revista De Saude Publica**, v. 44, n. 1, p. 1–16, fev. 2010b.
- BAVARESCO, A. A atividade física voluntária e seus efeitos sobre a neurogênese hipocampal em roedores adultos – Uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 21, n. 1, p. 14, 1 jan. 2016.
- BEE, H.; BOYD, D. **A criança em crescimento**. Tradução: Cristina Monteiro. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- BENTON, D. The influence of dietary status on the cognitive performance of children. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 54, n. 4, p. 457–470, abr. 2010.

BIDZAN-BLUMA, I.; LIPOWSKA, M. Physical Activity and Cognitive Functioning of Children: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 4, p. 800, abr. 2018.

BIRCH, L. L.; FISHER, J. O. Development of eating behaviors among children and adolescents. **Pediatrics**, v. 101, n. 3, p. 539–549, mar. 1998.

BIRCH, L.; SAVAGE, J. S.; VENTURA, A. Influences on the Development of Children's Eating Behaviours: From Infancy to Adolescence. **Canadian journal of dietetic practice and research**, v. 68, n. 1, 2007.

BOGEA, E. G. et al. Padrões alimentares de crianças de 13 a 35 meses de idade e associação com características maternas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, p. e00072618, 8 abr. 2019.

BORGE, T. C. et al. The importance of maternal diet quality during pregnancy on cognitive and behavioural outcomes in children: a systematic review and meta-analysis. **BMJ open**, v. 7, n. 9, set. 2017.

BRAATEN, E. B.; NORMAN, D. Intelligence (IQ) testing. **Pediatrics in Review**, v. 27, n. 11, p. 403–408, nov. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde. **Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. v. 2

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. **Orientações para avaliação de marcadores de consumo alimentar na Atenção Básica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 33 p.

BÜNGER, A. et al. The comparability of intelligence test results: Group- and individual-level comparisons of seven intelligence tests. **Journal of School Psychology**, v. 88, p. 101–117, out. 2021.

BYFORD, M.; KUH, D.; RICHARDS, M. Parenting practices and intergenerational associations in cognitive ability. **International Journal of Epidemiology**, v. 41, n. 1, p. 263–272, fev. 2012.

CALCATERRA, V. et al. Ultra-Processed Food, Reward System and Childhood Obesity. **Children**, v. 10, n. 5, p. 804, abr. 2023.

CAMARGO-FIGUERA, F. A. et al. Early life determinants of low IQ at age 6 in children from the 2004 Pelotas Birth Cohort: a predictive approach. **BMC Pediatrics**, v. 14, p. 308, dez. 2014.

CARLSON, M. J.; CORCORAN, M. E. Family Structure and Children's Behavioral and Cognitive Outcomes. **Journal of Marriage and Family**, v. 63, n. 3, p. 779–792, 2001.

CARSON, V. et al. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 7, p. 573–578, 1 jul. 2016.

COLEY, R. L.; LOMBARDI, C. M. Does Maternal Employment Following Childbirth Support or Inhibit Low-Income Children's Long-Term Development? **Child development**, v. 84, n. 1, p. 178–197, jan. 2013.

COO, H. et al. Are observed associations between a high maternal prepregnancy body mass index and offspring IQ likely to be causal? **J Epidemiol Community Health**, v. 73, n. 10, p. 920–928, out. 2019.

CORNELIUS, M. D. et al. Body Size and Intelligence in 6-year-olds. **Maternal and child health journal**, v. 13, n. 6, p. 847–856, nov. 2009.

COSMI, V.; SCAGLIONI, S.; AGOSTONI, C. Early Taste Experiences and Later Food Choices. **Nutrients**, v. 9, n. 2, p. 107, fev. 2017.

CROOKSTON, B. T. et al. Impact of early and concurrent stunting on cognition. **Maternal & Child Nutrition**, v. 7, n. 4, p. 397–409, jul. 2010a.

CROOKSTON, B. T. et al. Children Who Recover from Early Stunting and Children Who Are Not Stunted Demonstrate Similar Levels of Cognition,. **The Journal of Nutrition**, v. 140, n. 11, p. 1996–2001, nov. 2010b.

DALILE, B. et al. The role of short-chain fatty acids in microbiota–gut–brain communication. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 16, n. 8, p. 461–478, ago. 2019.

DAUNCEY, M. J. Genomic and Epigenomic Insights into Nutrition and Brain Disorders. **Nutrients**, v. 5, n. 3, p. 887–914, 15 mar. 2013.

DAUNCEY, M. J. Nutrition, the brain and cognitive decline: insights from epigenetics. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 11, p. 1179–1185, nov. 2014.

DAVIES, G. et al. Genome-wide association studies establish that human intelligence is highly heritable and polygenic. **Molecular psychiatry**, v. 16, n. 10, p. 996–1005, out. 2011.

DEARY, I. J. et al. Intelligence and educational achievement. **Intelligence**, v. 35, n. 1, p. 13–21, 1 jan. 2007.

DEARY, I. J.; COX, S. R.; HILL, W. D. Genetic variation, brain, and intelligence differences. **Molecular Psychiatry**, v. 27, n. 1, p. 335–353, jan. 2022.

DEARY, I. J.; JOHNSON, W. Intelligence and education: causal perceptions drive analytic processes and therefore conclusions. **International Journal of Epidemiology**, v. 39, n. 5, p. 1362–1369, 1 out. 2010.

DEARY, I. J.; PENKE, L.; JOHNSON, W. The neuroscience of human intelligence differences. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 11, n. 3, p. 201–211, mar. 2010.

DIAS, G. P.; REIS, R. A. M. Plasticidade sináptica: natureza e cultura moldando o Self. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 22, p. 128–135, 2009.

DUMORNAY, N. M. et al. Racial Disparities in Adversity During Childhood and the False Appearance of Race-Related Differences in Brain Structure. **American Journal of Psychiatry**, v. 180, n. 2, p. 127–138, fev. 2023.

EMMETT, P. M.; JONES, L. R.; NORTHSTONE, K. Dietary patterns in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. **Nutrition Reviews**, v. 73, p. 207–230, out. 2015.

- ERIKSEN, H.-L. F. et al. Predictors of Intelligence at the Age of 5: Family, Pregnancy and Birth Characteristics, Postnatal Influences, and Postnatal Growth. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, nov. 2013.
- FLORES, T. R. et al. Padrões de consumo alimentar em crianças menores de dois anos no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 625–636, fev. 2021.
- FORESTELL, C. A. The Development of Flavor Perception and Acceptance: The Roles of Nature and Nurture. **Nestle Nutrition Institute Workshop Series**, v. 85, p. 135–143, 2016.
- FORNS, J. et al. Maternal intelligence-mental health and child neuropsychological development at age 14 months. **Gaceta Sanitaria**, v. 26, n. 5, p. 397–404, 1 set. 2012.
- FREDRIKSEN, E. et al. Parenting Stress Plays a Mediating Role in the Prediction of Early Child Development from Both Parents' Perinatal Depressive Symptoms. **Journal of Abnormal Child Psychology**, v. 47, n. 1, p. 149–164, jan. 2019.
- FRENCH, S. A. et al. Nutrition quality of food purchases varies by household income: the SHoPPER study. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 231, fev. 2019.
- GAHAGAN, S. The Development of Eating Behavior - Biology and Context. **Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP**, v. 33, n. 3, p. 261–271, abr. 2012.
- GALE, C. R. et al. Dietary patterns in infancy and cognitive and neuropsychological function in childhood. **Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines**, v. 50, n. 7, p. 816–823, jul. 2009.
- GATICA, G. et al. Food intake profiles of children aged 12, 24 and 48 months from the 2004 Pelotas (Brazil) birth cohort: an exploratory analysis using principal components. **The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 9, p. 43, 2012.
- GATICA-DOMÍNGUEZ, G. et al. Complementary Feeding Practices in 80 Low- and Middle-Income Countries: Prevalence of and Socioeconomic Inequalities in Dietary Diversity, Meal Frequency, and Dietary Adequacy. **The Journal of Nutrition**, v. 151, n. 7, p. 1956–1964, abr. 2021.
- GHERASIM, A. et al. The relationship between lifestyle components and dietary patterns. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 79, n. 3, p. 311–323, 2020.
- GOLLEY, R. K. et al. Diet quality of U.K. infants is associated with dietary, adiposity, cardiovascular, and cognitive outcomes measured at 7-8 years of age. **The Journal of Nutrition**, v. 143, n. 10, p. 1611–1617, out. 2013.
- GRANTHAM-MCGREGOR, S. et al. Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. **The Lancet**, v. 369, n. 9555, p. 60–70, jan. 2007.
- GRANZIERA, F.; GUZZARDI, M. A.; IOZZO, P. Associations between the Mediterranean Diet Pattern and Weight Status and Cognitive Development in Preschool Children. **Nutrients**, v. 13, n. 11, p. 3723, out. 2021.

GREVET, L. T. et al. The association between duration of breastfeeding and the trajectory of brain development from childhood to young adulthood: an 8-year longitudinal study. **European Child & Adolescent Psychiatry**, ago. 2023.

GUO, G.; HARRIS, K. M. The Mechanisms Mediating the Effects of Poverty on Children's Intellectual Development. **Demography**, v. 37, n. 4, p. 431–447, 2000.

HAAPALA, E. A. et al. Associations of diet quality with cognition in children - the Physical Activity and Nutrition in Children Study. **The British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 7, p. 1080–1087, 14 out. 2015.

HALLAL, P. C. et al. Cohort Profile: The 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. **International Journal of Epidemiology**, v. 47, n. 4, p. 1048– 1048h, ago. 2018.

HANSCOMBE, K. B. et al. Socioeconomic Status (SES) and Children's Intelligence (IQ): In a UK-Representative Sample SES Moderates the Environmental, Not Genetic, Effect on IQ. **PLoS ONE**, v. 7, n. 2, 1 fev. 2012.

HAO, X. et al. Maternal Pre-Pregnancy Body Mass Index, Gestational Weight Gain and Children's Cognitive Development: A Birth Cohort Study. **Nutrients**, v. 14, n. 21, p. 4613, 2 nov. 2022.

HAWORTH, C. et al. The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. **Molecular psychiatry**, v. 15, n. 11, p. 1112–1120, nov. 2010.

HILLEMEIER, M. M. et al. Perinatal and Socioeconomic Risk Factors for Variable and Persistent Cognitive Delay at 24 and 48 Months of Age in a National Sample. **Maternal and Child Health Journal**, v. 15, n. 7, p. 1001–1010, 2011.

HOFFMANN, K. et al. Application of a New Statistical Method to Derive Dietary Patterns in Nutritional Epidemiology. **American Journal of Epidemiology**, v. 159, n. 10, p. 935–944, 15 maio 2004.

HORTA, B. L.; LORET DE MOLA, C.; VICTORA, C. G. Breastfeeding and intelligence: a systematic review and meta-analysis. **Acta Paediatrica**, v. 104, n. S467, p. 14–19, 2015.

HU, F. B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. **Current Opinion in Lipidology**, v. 13, n. 1, p. 3–9, fev. 2002.

HUANG, C. et al. Cognition and behavioural development in early childhood: the role of birth weight and postnatal growth. **International Journal of Epidemiology**, v. 42, n. 1, p. 160–171, fev. 2013.

KÄLLÉN, K. Maternal smoking during pregnancy and infant head circumference at birth. **Early Human Development**, v. 58, n. 3, p. 197–204, 1 jun. 2000.

KANT, A. K. Dietary patterns and health outcomes. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 104, n. 4, p. 615–635, 1 abr. 2004.

KIRKEGAARD, H. et al. Associations of birth size, infancy, and childhood growth with intelligence quotient at 5 years of age: a Danish cohort study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 112, n. 1, p. 96–105, jul. 2020.

- KOTLEGA, D. et al. Free Fatty Acids and Their Inflammatory Derivatives Affect BDNF in Stroke Patients. **Mediators of Inflammation**, v. 2020, 3 dez. 2020.
- LANTING, C. I. et al. Clustering of Socioeconomic, Behavioural, and Neonatal Risk Factors for Infant Health in Pregnant Smokers. **PLoS ONE**, v. 4, n. 12, 18 dez. 2009.
- LATAL-HAJNAL, B. et al. Postnatal growth in VLBW infants: significant association with neurodevelopmental outcome. **The Journal of Pediatrics**, v. 143, n. 2, p. 163–170, ago. 2003.
- LAUZON-GUILLAIN, B. et al. Maternal diet during pregnancy and child neurodevelopment up to age 3.5 years: the nationwide Étude Longitudinale Française depuis l'Enfance (ELFE) birth cohort. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 116, n. 4, p. 1101–1111, 1 out. 2022.
- LAWLOR, D. A. et al. Early life predictors of childhood intelligence: findings from the Mater-University study of pregnancy and its outcomes. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 20, n. 2, p. 148–162, mar. 2006.
- LEÃO, O. A. DE A. et al. Longitudinal Associations Between Device-Measured Physical Activity and Early Childhood Neurodevelopment. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 19, n. 2, p. 80–88, jan. 2022.
- LEE, D.; MCLANAHAN, S. Family Structure Transitions and Child Development: Instability, Selection, and Population Heterogeneity. **American sociological review**, v. 80, n. 4, p. 738–763, ago. 2015.
- LEVENTAKOU, V. et al. Dietary patterns in early childhood and child cognitive and psychomotor development: the Rhea mother-child cohort study in Crete. **The British Journal of Nutrition**, v. 115, n. 8, p. 1431–1437, abr. 2016.
- LIKHAR, A.; PATIL, M. S. Importance of Maternal Nutrition in the First 1,000 Days of Life and Its Effects on Child Development: A Narrative Review. **Cureus**, 8 out. 2022.
- LIORET, S. et al. Dietary Patterns Track from Infancy to Preschool Age: Cross-Sectional and Longitudinal Perspectives1, 2, 3. **The Journal of Nutrition**, v. 145, n. 4, p. 775–782, abr. 2015.
- LIU, X. et al. High-fiber diet mitigates maternal obesity-induced cognitive and social dysfunction in the offspring via gut-brain axis. **Cell Metabolism**, v. 33, n. 5, p. 923–938, 4 maio 2021.
- LOEHLIN, J. C. et al. Heritability x SES interaction for IQ: Is it present in US adoption studies? **Behavior genetics**, v. 52, n. 1, p. 48–55, jan. 2022.
- MAHMOOD, L. et al. The Influence of Parental Dietary Behaviors and Practices on Children's Eating Habits. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1138, 30 mar. 2021.
- MAK, T. N. et al. Patterns of sociodemographic and food practice characteristics in relation to fruit and vegetable consumption in children: results from the UK National Diet and Nutrition Survey Rolling Programme (2008–2010). **Public Health Nutrition**, v. 16, n. 11, p. 1912, nov. 2013.

MAKHARIA, A. et al. Effect of environmental factors on intelligence quotient of children. **Industrial Psychiatry Journal**, v. 25, n. 2, p. 189–194, 2016.

MARINHO, A. R. et al. Is the association between dietary patterns and cognition mediated by children's adiposity? A longitudinal approach in Generation XXI birth cohort. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 41, n. 1, p. 231–237, jan. 2022.

MARINONI, M. et al. Are Dietary Patterns Related to Cognitive Performance in 7-Year-Old Children? Evidence from a Birth Cohort in Friuli Venezia Giulia, Italy. **Nutrients**, v. 14, n. 19, p. 4168, 7 out. 2022.

MARQUES-VIDAL, P. et al. Socio-demographic and lifestyle determinants of dietary patterns in French-speaking Switzerland, 2009–2012. **BMC Public Health**, v. 18, p. 131, 12 jan. 2018.

MARTORELL, R. et al. Weight Gain in the First Two Years of Life Is an Important Predictor of Schooling Outcomes in Pooled Analyses from Five Birth Cohorts from Low- and Middle-Income Countries<sup>12</sup>. **The Journal of Nutrition**, v. 140, n. 2, p. 348–354, 1 fev. 2010.

MASINI, A. et al. Mediterranean diet, physical activity, and family characteristics associated with cognitive performance in Italian primary school children: analysis of the I-MOVE project. **European Journal of Pediatrics**, v. 182, n. 2, p. 917–927, fev. 2023.

MATTE, T. D. et al. Influence of variation in birth weight within normal range and within sibships on IQ at age 7 years: cohort study. **BMJ : British Medical Journal**, v. 323, n. 7308, p. 310–314, 11 ago. 2001.

MAXWELL, J. R. et al. Cognitive development in preterm infants: multifaceted deficits reflect vulnerability of rigorous neurodevelopmental pathways. **Minerva Pediatrics**, v. 69, n. 4, jun. 2017.

MAYÉN, A.-L. et al. Socioeconomic determinants of dietary patterns in low- and middle-income countries: a systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 100, n. 6, p. 1520–1531, dez. 2014.

MOLLON, J. et al. Genetic influence on cognitive development between childhood and adulthood. **Molecular Psychiatry**, v. 26, n. 2, p. 656–665, fev. 2021.

MOU, Y. et al. Dietary patterns, brain morphology and cognitive performance in children: Results from a prospective population-based study. **European Journal of Epidemiology**, 8 maio 2023.

MOURA, D. R. et al. Risk factors for suspected developmental delay at age 2 years in a Brazilian birth cohort. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 24, n. 3, p. 211–221, maio 2010.

NAKAHARA, K. et al. Influence of physical activity before and during pregnancy on infant's sleep and neurodevelopment at 1-year-old. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 8099, 14 abr. 2021.

NAVEED, S. et al. Associations of dietary carbohydrate and fatty acid intakes with cognition among children. **Public Health Nutrition**, v. 23, n. 9, p. 1657–1663, jun. 2020.

NILSEN, F. M.; RUIZ, J. D. C.; TULVE, N. S. A Meta-Analysis of Stressors from the Total Environment Associated with Children's General Cognitive Ability. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 15, p. 5451, 29 jul. 2020.

NIÑO-CRUZ, G. I. **Desenvolvimento neuropsicomotor em crianças de 12 meses pertencentes à Coorte de Nascimentos de 2015 de Pelotas, RS**. 2019. 277 p. Tese de doutorado — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

NIÑO-CRUZ, G. I. et al. Physical activity during pregnancy and offspring neurodevelopment: A systematic review. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 32, n. 4, p. 369–379, jul. 2018.

NORTH, K.; EMMETT, P. Multivariate analysis of diet among three-year-old children and associations with socio-demographic characteristics. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 73–80, jan. 2000.

NORTHSTONE, K. et al. Are dietary patterns in childhood associated with IQ at 8 years of age? A population-based cohort study. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 66, n. 7, p. 624–628, jul. 2012.

NOVA, E.; GÓMEZ-MARTINEZ, S.; GONZÁLEZ-SOLTERO, R. The Influence of Dietary Factors on the Gut Microbiota. **Microorganisms**, v. 10, n. 7, p. 1368, 7 jul. 2022.

NURLIYANA, A. R. et al. Dietary patterns and cognitive ability among 12- to 13 year-old adolescents in Selangor, Malaysia. **Public Health Nutrition**, v. 18, n. 2, p. 303–312, fev. 2015.

NUSINOVICI, S. et al. Impact of parental separation or divorce on school performance in preterm children: A population-based study. **PLoS ONE**, v. 13, n. 9, 7 set. 2018.

NYARADI, A. et al. The role of nutrition in children's neurocognitive development, from pregnancy through childhood. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 7, p. 97, 26 mar. 2013a.

NYARADI, A. et al. Diet in the early years of life influences cognitive outcomes at 10 years: a prospective cohort study. **Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)**, v. 102, n. 12, p. 1165–1173, dez. 2013b.

OCKÉ, M. C. Evaluation of methodologies for assessing the overall diet: dietary quality scores and dietary pattern analysis. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 72, n. 2, p. 191–199, maio 2013.

OLINTO, M. T. A. Padrões Alimentares: análise de componentes principais. In: KAC, Gilberto; SICHIERI, Rosely; GIGANTE, Denise Petrucci (org.). **Epidemiologia nutricional**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Atheneu, 2007. p. 580.

OLIVEIRA, E. Modelos de risco na psicologia do desenvolvimento. **Psicol. teor. pesqui**, v. 14, n. 1, p. 19–26, abr. 1998.

PAPALIA, D. E.; FELDMAN, R. D.; MARTORELL, G. **Desenvolvimento humano**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

PAROCHE, M. M. et al. How Infants and Young Children Learn About Food: A Systematic Review. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 1046, 25 jul. 2017.

PEREIRA, A. M. et al. Ultra-processed food consumption by children from a Pelotas Birth Cohort. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, p. 79, 9 set. 2022.

PEREIRA, R. A.; SICHIERI, R. Métodos de Avaliação do Consumo de Alimentos. In: KAC, Gilberto; SICHIERI, Rosely; GIGANTE, Denise Petrucci (org.). **Epidemiologia nutricional**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Atheneu, 2007. p. 580.

PLOMIN, R.; VON STUMM, S. The new genetics of intelligence. **Nature reviews. Genetics**, v. 19, n. 3, p. 148–159, mar. 2018.

POLÁŃSKA, K.; JUREWICZ, J.; HANKE, W. Smoking and alcohol drinking during pregnancy as the risk factors for poor child neurodevelopment – A review of epidemiological studies. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v. 28, n. 3, p. 419–443, 18 maio 2015.

POPKIN, B. M. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 70, n. 1, p. 82–91, fev. 2011.

POPOVA, S. et al. Maternal alcohol use, adverse neonatal outcomes and pregnancy complications in British Columbia, Canada: a population-based study. **BMC Pregnancy and Childbirth**, v. 21, p. 74, 22 jan. 2021.

PORTINCASA, P. et al. Gut Microbiota and Short Chain Fatty Acids: Implications in Glucose Homeostasis. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 3, p. 1105, 20 jan. 2022.

PRADO, E. L.; DEWEY, K. G. Nutrition and brain development in early life. **Nutrition Reviews**, v. 72, n. 4, p. 267–284, abr. 2014.

PRIES, A. M.; FILTEAU, S.; FERGUSON, E. L. Snack food and beverage consumption and young child nutrition in low- and middle-income countries: A systematic review. **Maternal & Child Nutrition**, v. 15, n. 4 (suppl), 21 jun. 2019.

RICHARDS, M.; WADSWORTH, M. E. J. Long term effects of early adversity on cognitive function. **Archives of Disease in Childhood**, v. 89, n. 10, p. 922–927, out. 2004.

RICKARDS, A. L. et al. Cognition, Academic Progress, Behavior and Self-Concept at 14 Years of Very Low Birth Weight Children. **Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics**, v. 22, n. 1, p. 11, fev. 2001.

RITCHIE, S. J.; TUCKER-DROB, E. M. How Much Does Education Improve Intelligence? A Meta-Analysis. **Psychological Science**, v. 29, n. 8, p. 1358–1369, ago. 2018.

RODRIGUES, M. C. C. DE et al. Risk factors for cognitive impairment in school-age children born preterm: application of a hierarchical model. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 70, p. 583–589, ago. 2012.

RONFANI, L. et al. The Complex Interaction between Home Environment, Socioeconomic Status, Maternal IQ and Early Child Neurocognitive Development: A Multivariate Analysis of Data Collected in a Newborn Cohort Study. **PLoS ONE**, v. 10, n. 5, 21 maio 2015.

RUIZ, J. D. C.; QUACKENBOSS, J. J.; TULVE, N. S. Contributions of a Child's Built, Natural, and Social Environments to Their General Cognitive Ability: A Systematic Scoping Review. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, 3 fev. 2016.

SANTOS, D. N. et al. Determinants of cognitive function in childhood: a cohort study in a middle income context. **BMC public health**, v. 8, p. 202, 6 jun. 2008.

SANTOS, L. P. et al. Dietary intake patterns of children aged 6 years and their association with socioeconomic and demographic characteristics, early feeding practices and body mass index. **BMC Public Health**, v. 16, n. 1, p. 1055, 6 out. 2016.

SANTOS, I. S. et al. Validation of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in a sample of mothers from the 2004 Pelotas Birth Cohort Study. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 2577-2588, 2007.

SANTROCK, J. W. **Life-span development**. 13. ed. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2011.

SCAGLIONI, S. et al. Determinants of children's eating behavior. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 94, p. S2006–S2011, 1 dez. 2011.

SCAGLIONI, S. et al. Factors Influencing Children's Eating Behaviours. **Nutrients**, v. 10, n. 6, p. 706, 31 maio 2018.

SCHRADER, A.; D'AMATO, R. C. McCarthy Scales of Children's Abilities. Em: KREUTZER, J. S.; DELUCA, J.; CAPLAN, B. (Eds.). **Encyclopedia of Clinical Neuropsychology**. New York, NY: Springer, 2011. p. 1531–1532.

SHONKOFF, J. P.; PHILLIPS, D. A. **From neurons to neighborhoods: the science of early child development**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000a.

SHONKOFF, J. P.; PHILLIPS, D. A. Growing Up in Child Care. Em: **From Neurons to Neighborhoods: The Science of Early Childhood Development**. Washington: National Academies Press (US), 2000b.

SIDDIQI, A.; IRWIN, L.; HERTZMAN, C. **Early child development: a powerful equalizer**. Final report for the World Health Organization's Commission on the Social Determinants of Health. WHO, Geneva: 2007.

SILVA, V. S. DA et al. Identificação de padrões alimentares por regressão por redução de posto usando o SAS. **Clinical and Biomedical Research**, v. 31, n. 4, 2011.

SMITHERS, L. G. et al. Associations between dietary patterns at 6 and 15 months of age and sociodemographic factors. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, n. 6, p. 658–666, jun. 2012a.

SMITHERS, L. G. et al. Dietary patterns at 6, 15 and 24 months of age are associated with IQ at 8 years of age. **European Journal of Epidemiology**, v. 27, n. 7, p. 525–535, jul. 2012b.

STRENZE, T. Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. **Intelligence**, v. 35, n. 5, p. 401–426, set. 2007.

SZKLO, M.; NIETO, F. J. **Epidemiology: beyond the basics**. 3rd ed ed. Burlington, Mass: Jones & Bartlett Learning, 2014.

TAINE, M. et al. Early postnatal growth and neurodevelopment in children born moderately preterm or small for gestational age at term: A systematic review. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 32, n. 3, p. 268–280, maio 2018.

TANDON, P. S. et al. The relationship between physical activity and diet and young children's cognitive development: A systematic review. **Preventive Medicine Reports**, v. 3, p. 379–390, 22 abr. 2016.

TARASI, B. et al. Cigarette smoking during pregnancy and adverse perinatal outcomes: a cross-sectional study over 10 years. **BMC public health**, v. 22, n. 1, p. 2403, 21 dez. 2022.

TAYLOR, R. M. et al. Effects of Nutritional Interventions during Pregnancy on Infant and Child Cognitive Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, v. 9, n. 11, p. 1265, 20 nov. 2017.

TEARNE, J. E. Older maternal age and child behavioral and cognitive outcomes: a review of the literature. **Fertility and Sterility**, v. 103, n. 6, p. 1381–1391, 1 jun. 2015.

THEODORE, R. F. et al. Dietary patterns and intelligence in early and middle childhood. **Intelligence**, v. 37, n. 5, p. 506–513, 1 set. 2009.

THOMPSON, R. A.; NELSON, C. A. Developmental science and the media: Early brain development. **American Psychologist**, v. 56, n. 1, p. 5–15, 2001.

TONG, L.; KALISH, B. T. The impact of maternal obesity on childhood neurodevelopment. **Journal of Perinatology**, v. 41, n. 5, p. 928–939, maio 2021.

TONG, S. et al. Socioeconomic Position, Maternal IQ, Home Environment, and Cognitive Development. **The Journal of Pediatrics**, v. 151, n. 3, p. 284–288, set. 2007.

TUCKER, K. L. Dietary patterns, approaches, and multicultural perspective. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme**, v. 35, n. 2, p. 211–218, abr. 2010.

TUCKER-DROB, E. M.; BATES, T. C. Large Cross-National Differences in Gene  $\times$  Socioeconomic Status Interaction on Intelligence. **Psychological Science**, v. 27, n. 2, p. 138–149, fev. 2016.

VENTURA, A. K.; WOROBEY, J. Early influences on the development of food preferences. **Current biology: CB**, v. 23, n. 9, p. 401–408, 6 maio 2013.

VICTORA, C. G. et al. Association between breastfeeding and intelligence, educational attainment, and income at 30 years of age: a prospective birth cohort study from Brazil. **The Lancet Global Health**, v. 3, n. 4, p. 199–205, 1 abr. 2015.

VICTORA, C. G.; BARROS, F. C. Cohort Profile: The 1982 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. **International Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 2, p. 237–242, 1 abr. 2006.

VIDAL, F. A. S.; FIGUEIREDO, V. L. M. DE; NASCIMENTO, E. DO. A quarta edição do WISC americano. **Avaliação Psicológica**, v. 10, n. 2, p. 205–207, ago. 2011.

WALKER, S. P. et al. Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. **The Lancet**, v. 369, n. 9556, p. 145–157, jan. 2007.

WEBER, L. N. D. et al. Identificação de estilos parentais: o ponto de vista dos pais e dos filhos. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 17, p. 323–331, 2004.

WECHSLER, D. **Escala Wechsler de Inteligência para crianças: (WISC-IV): manual de instruções para aplicação e avaliação**. 4. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2014.

WEHBY, G. L.; TRUJILLO, A. J. Differences in Early Cognitive and Receptive-Expressive Neurodevelopment by Ancestry and Underlying Pathways in Brazil and Argentina. **Infant behavior & development**, v. 46, p. 100–114, fev. 2017.

WHO. **Analysis and use of health facility data: guidance for maternal, newborn, child and adolescent health programme managers**. Geneva: World Health Organization, 2023a. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240080331>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

WHO. **Adolescent and young adult health**. World Health Organization, 2023b. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

WHO. **Global Early Adolescent Study**. World Health Organization, Sexual and Reproductive Health and Research, Human Reproductive Program: 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/m/item/global-early-adolescent-study>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

WHO. **Infant and young child feeding: model chapter for textbooks for medical students and allied health professionals**. World Health Organization, 2009.

WIDEN, E. M. et al. Prepregnancy overweight and obesity are associated with impaired child neurodevelopment. **Maternal & Child Nutrition**, v. 14, n. 1, 21 jun. 2017.

WORLD BANK. **Repositioning Nutrition as Central to Development: A Strategy for Large Scale Action**. Washington, DC, 2006.

YANG, S.; PLATT, R. W.; KRAMER, M. S. Variation in Child Cognitive Ability by Week of Gestation Among Healthy Term Births. **American Journal of Epidemiology**, v. 171, n. 4, p. 399–406, 15 fev. 2010.

ZAINUDDIN, M. S. A.; THURET, S. Nutrition, adult hippocampal neurogenesis and mental health. **British Medical Bulletin**, v. 103, n. 1, p. 89–114, 1 set. 2012.

ZISO, D.; CHUN, O. K.; PUGLISI, M. J. Increasing Access to Healthy Foods through Improving Food Environment: A Review of Mixed Methods Intervention Studies with Residents of Low-Income Communities. **Nutrients**, v. 14, n. 11, p. 2278, 29 maio 2022.

## ANEXO 1

| <b><u>Questionário alimentar utilizado no acompanhamento dos 24 meses de idade</u></b>                                                                                                                                                                                                         |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <p><b>Agora vou fazer algumas perguntas sobre a alimentação do(a) &lt;CRIANÇA&gt;. Por favor responda com base nos alimentos que são consumidos habitualmente, ou seja, todos ou quase todos os dias.</b></p> <p><b>Pensando no consumo habitual do(a) &lt;CRIANÇA&gt;, ele(a) toma...</b></p> |                         |
| Leite de vaca (líquido ou em pó, excluindo fórmula)?                                                                                                                                                                                                                                           | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Alguma fórmula infantil como Nan, Milupa, Milnutri, Pregomin ou outra?                                                                                                                                                                                                                         | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Suco de fruta natural?                                                                                                                                                                                                                                                                         | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Suco de caixinha ou engarrafado, suco em pó ou água de coco de caixinha?                                                                                                                                                                                                                       | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Refrigerante?                                                                                                                                                                                                                                                                                  | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| <b>Pensando no consumo habitual do(a) &lt;CRIANÇA&gt;, ele(a) come...</b>                                                                                                                                                                                                                      |                         |
| Fruta inteira, em pedaço ou amassada?                                                                                                                                                                                                                                                          | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Comida de sal (de panela, papa ou sopa)?                                                                                                                                                                                                                                                       | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Iogurte?                                                                                                                                                                                                                                                                                       | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Legumes ou verduras?                                                                                                                                                                                                                                                                           | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Fígado?                                                                                                                                                                                                                                                                                        | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Ovo?                                                                                                                                                                                                                                                                                           | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Carne (vaca, frango, peixe, porco, miúdos; não considerar fígado)?                                                                                                                                                                                                                             | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Feijão?                                                                                                                                                                                                                                                                                        | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |

## ANEXO 1

|                                                                                                                        |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Macarrão instantâneo (do tipo miojo)?                                                                                  | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Arroz, batata, aipim/mandioca ou massa?                                                                                | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| <i>Nuggets</i> , hambúrguer ou embutidos, como presunto, mortadela, salame, linguiça e salsicha?                       | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Salgadinhos de pacote (tipo <i>chips</i> )?                                                                            | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Biscoito ou bolacha salgada?                                                                                           | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Biscoito recheado ou doce?                                                                                             | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Balas, pirulitos, chicletes, chocolates ou gelatina?                                                                   | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| <b>Agora pensando nos costumes da Sra. em relação à alimentação do(a) &lt;CRIANÇA&gt;, a Sra. costuma adicionar...</b> |                         |
| Açúcar ou mel em líquidos como leite, chá ou suco oferecido(s) para o(a) <CRIANÇA>?                                    | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Achocolatado no leite do(a) <CRIANÇA>?                                                                                 | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |
| Açúcar ou mel nas frutas do(a) <CRIANÇA>?                                                                              | não 0<br>sim 1<br>IGN 9 |

## **II. RELATÓRIO DE ATIVIDADES**

**Relatório de atividades**

Esta dissertação, bem como o artigo resultante, baseia-se em dados previamente coletados pela Coorte de Nascimentos de 2015 de Pelotas. Devido à coleta de dados ter sido realizada em um período anterior ao ingresso da mestrandia no Programa de Pós-Graduação, não houve participação direta da mesma nas atividades relacionadas ao trabalho de campo.

### **III. MODIFICAÇÕES DO PROJETO DE PESQUISA**

## Modificações do projeto de pesquisa

No dia 30 de novembro de 2023, foi realizada a banca de qualificação do projeto de pesquisa apresentado anteriormente, com a participação da professora doutora Iná da Silva dos Santos como examinadora. Nessa etapa, pequenas modificações no projeto original foram sugeridas pela banca. Assim, todos os ajustes no texto e um aprofundamento de algumas relações no marco teórico foram realizados para contemplar as considerações.

Entretanto, durante a realização das análises, a autora do trabalho, juntamente com suas orientadoras, optou pela construção de um gráfico acíclico direcionado (DAG) devido ao grande número de covariáveis e à complexidade das relações entre elas. O DAG foi construído no software *DAGitty 3.1* [<https://www.dagitty.net/>] com base na revisão da literatura realizada na etapa do projeto, complementada por novas buscas bibliográficas para esclarecer as relações representadas. Detalhes sobre sua construção são apresentados a seguir.

A seleção das variáveis de ajuste foi realizada exclusivamente com base no DAG. A partir de suas indicações, foram desenvolvidos dois modelos de ajuste: um modelo mínimo, contendo o menor número de variáveis necessárias para estimar o efeito direto do consumo alimentar sobre o desempenho cognitivo, e um modelo totalmente ajustado, que incluiu todas as variáveis identificadas como confundidoras (ou seja, precedentes da exposição e do desfecho). Como a diferença nas medidas de efeito entre os dois modelos foi pequena, as análises totalmente ajustadas foram apresentadas apenas em material suplementar.

Conforme planejado, a regressão linear foi empregada para estimar os coeficientes beta ( $\beta$ ) brutos e ajustados, considerando os padrões alimentares tanto em sua forma contínua e padronizada (com média igual a zero e desvio padrão igual a 1) quanto em tercís, nos quais os dois tercís superiores representaram alta adesão a esses padrões alimentares. Acredita-se que a utilização dos tercís contribua para uma melhor compreensão e comunicação dos resultados. Também foram criadas categorias excludentes para a baixa e alta adesão aos padrões gerados, de forma a verificar se o efeito observado permaneceria o mesmo. Além disso, algumas covariáveis utilizadas foram recategorizadas para a análise, baseadas principalmente em medidas de melhor qualidade de ajuste. Também foram exploradas análises de interação com algumas variáveis. Os cálculos de poder previsto no projeto estão apresentados no Apêndice 1.

## Gráfico Acíclico Direcionado (DAG)

Durante a construção do DAG, algumas modificações foram feitas, e certas variáveis inicialmente previstas para as análises não foram incluídas, conforme descrito a seguir. A representação do DAG é apresentada na figura abaixo.

### *Variáveis não incluídas na representação do DAG*

Algumas variáveis previstas para os ajustes, conforme descrito no projeto, não foram incorporadas ao DAG, por razões metodológicas:

- a) **Estado civil materno:** optou-se por utilizar apenas a variável estrutura familiar, pois ambas fornecem informações semelhantes ao modelo. No entanto, a estrutura familiar fornece dados mais relevantes para o contexto analisado, capturando não apenas o estado civil, mas também o suporte familiar, que pode ter um impacto maior na associação estudada.
- b) **Número de hospitalizações:** embora o histórico de internação hospitalar seja reconhecido como um possível preditor de atraso no desenvolvimento cognitivo, essa relação não parece ser estritamente causal. Assim, a variável não foi incluída no DAG, pois funciona mais como um indicador geral de saúde e não permite distinguir os motivos das hospitalizações. Além disso, essa informação já é capturada de forma mais específica por outras variáveis do modelo, como indicadores do estado nutricional e déficits na infância, que parecem mais relevantes para a associação estudada.
- c) **Renda familiar:** optou-se por utilizar apenas a classificação econômica, pois ambas fornecem informações semelhantes ao modelo. No entanto, a classificação econômica considera critérios além da renda para definir a classe social, o que pode ser mais relevante dada a associação estudada.

### *Variáveis incluídas no DAG não previstas no projeto*

A seguinte variável não estava inicialmente prevista para ajuste mas foi incorporada por razões teóricas:

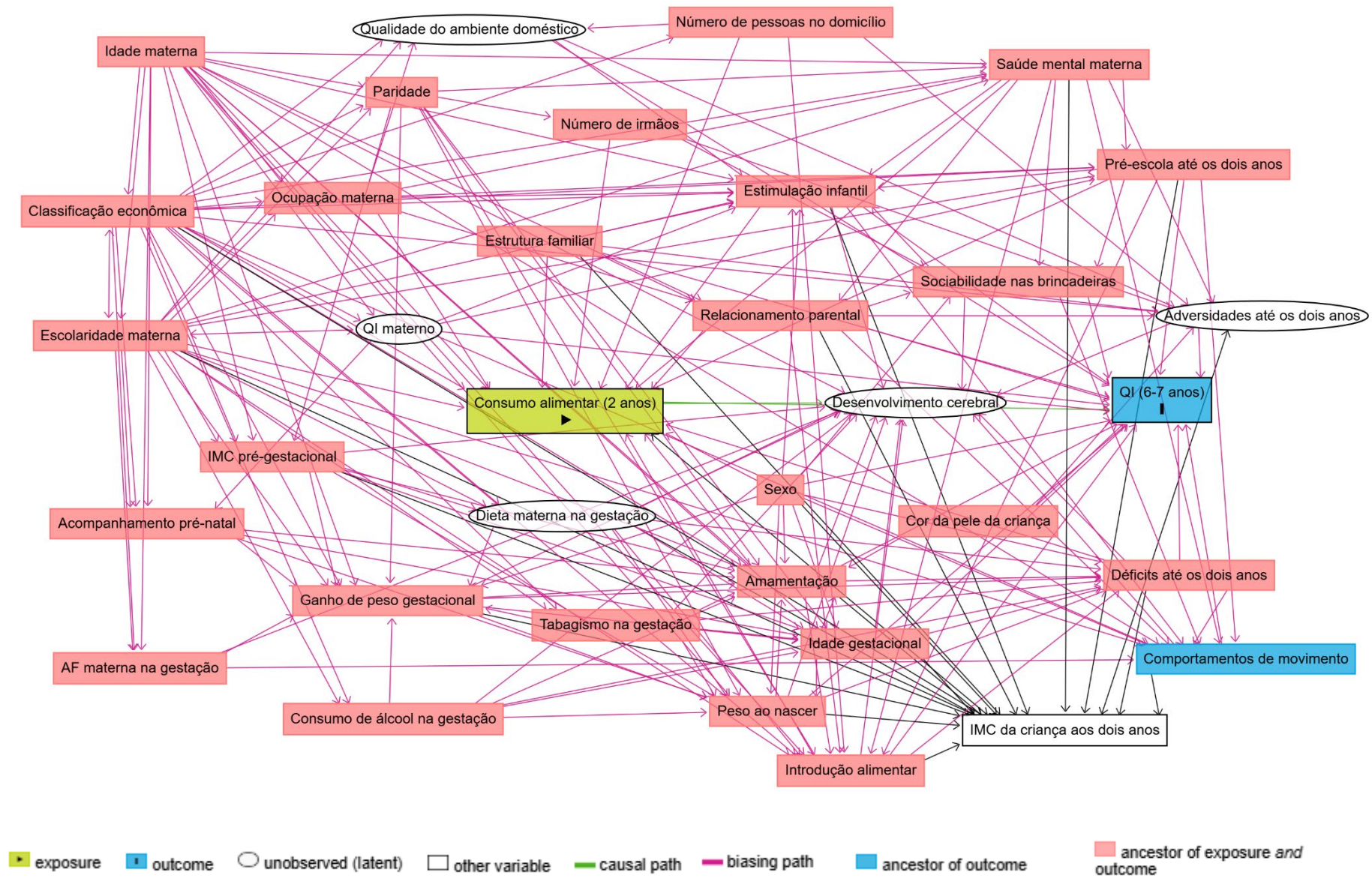
- a) **Paridade:** apresenta relação com diversas variáveis incluídas no DAG e pode influenciar comportamentos e características maternas relevantes para a associação estudada.

- b) **Introdução alimentar:** também apresenta relação com diversas variáveis incluídas no DAG, pode ser influenciada por escolhas alimentares maternas e influenciar no desenvolvimento infantil por meio de diferentes mecanismos relevantes para a associação estudada.

***Variáveis não ajustadas nas análises (após inclusão no DAG)***

As seguintes variáveis, inicialmente previstas para ajuste conforme descrito no projeto, foram incluídas no DAG, mas não foram classificadas como potenciais confundidores. Por essa razão, não foram consideradas nos ajustes das análises:

- a) **Comportamentos de movimento (atividade física, tempo sedentário e sono) aos 2 anos:** embora a literatura documente amplamente a relação entre esses comportamentos e o consumo alimentar, eles não foram representados no DAG como uma relação causal direta (comportamentos de movimento → consumo alimentar), devido à especificidade da faixa etária analisada (crianças de 2 anos). Nessa idade, o impacto de fatores como sono, atividade física e tempo sedentário sobre o consumo alimentar pode ser menos relevante, uma vez que mecanismos hormonais ou fisiológicos, como os níveis de leptina associados ao aumento da ingestão calórica, ainda não desempenham um papel predominante. Além disso, o comportamento alimentar nessa faixa etária é fortemente mediado pelos cuidadores, reduzindo a influência direta desses comportamentos na escolha e na quantidade de alimentos ingeridos.
- b) **Índice de massa corporal (IMC) da criança aos 2 anos:** embora a relação entre déficits na infância e o desempenho cognitivo seja bem estabelecida, assim como a relação bidirecional entre consumo alimentar e IMC, não há evidências que sustentem que o IMC ou a adiposidade na infância tenham impacto direto sobre o desempenho cognitivo. Portanto, essa relação causal direta (IMC → desempenho cognitivo) também não foi representada no DAG.



**Figura.** Gráfico acíclico direcionado da relação entre o consumo alimentar (2 anos) e o desempenho cognitivo (6-7 anos).

## **IV. ARTIGO ORIGINAL**

Formatado de acordo com as normas da revista *British Journal of Nutrition*, à qual será submetido.

## **Dietary patterns at age 2 and cognitive performance at ages 6-7: an analysis of the 2015 Pelotas Birth Cohort (Brazil)**

Glaucia Treichel Heller<sup>1</sup>, Thaynã Ramos Flores<sup>1,2</sup>, Marina Xavier Carpena<sup>1,3</sup>, Pedro Curi Hallal<sup>2</sup>, Marlos Rodrigues Domingues<sup>4</sup>, Andréa Dâmaso Bertoldi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

<sup>2</sup> Department of Health and Kinesiology, College of Applied Health Sciences, University of Illinois Urbana Champaign, Illinois, United States of America.

<sup>3</sup> Human Development and Violence Research Centre (DOVE), Federal University of Pelotas, Postgraduate Program in Epidemiology, Pelotas, Brazil.

<sup>4</sup> Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

**Corresponding author:** Glaucia Treichel Heller

Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas

Rua Marechal Deodoro, 1160 – 3º piso, 96020-220

Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil

Electronic address: [heller.glaucia@gmail.com](mailto:heller.glaucia@gmail.com)

**Short title:** Dietary patterns and cognitive performance

### **List of abbreviations:**

IQ: intelligence quotient; OR: odds ratio; SISVAN: Food and Nutrition Surveillance System; PCA: principal component analysis; KMO: Kaiser-Meyer-Olkin; SD: standard deviation; WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition; DAG: directed acyclic graph; ABEP: Brazilian Association of Research Companies; PAFAS: Parenting and Family Adjustment Scales; EPDS: Edinburgh Postnatal Depression Scale; WHO: World Health Organization; CI: confidence interval; IQR: interquartile range;  $\beta$ : beta coefficient; BMI: body mass index; ALSPAC: Avon Longitudinal Study of Parents and Children.

## Abstract

The early years of life are crucial for the development of cognitive abilities, such as intelligence. This period is marked by rapid brain development, in which nutrition plays an essential role. This study aimed to characterize dietary patterns at age 2 and investigate their association with cognitive performance at age 6-7. The study used data from the 2015 Pelotas Birth Cohort, Brazil (n=4,275). Dietary intake was assessed using a habitual consumption questionnaire, and patterns were extracted using principal component analysis. Cognitive performance was assessed using the Wechsler Intelligence Scale for Children (4th edition), providing intelligence quotient (IQ) scores. Associations were tested using linear regression models. The unhealthy dietary pattern (characterized by packaged snacks, instant noodles, sweet biscuits, sweets and candies, soft drinks, sausages, and processed meats) was negatively associated with IQ ( $p < 0.001$ ). Exploratory analyses suggest that early-life deficits may amplify the negative effects of unhealthy dietary pattern on IQ (interaction  $p = 0.020$ ). Children with high adherence to this pattern and early-life deficits showed a 4.78-point IQ reduction (95% CI: -7.06; -2.49), while those without deficits had a 2.24-point reduction (95% CI: -3.35; -1.13), compared to those with low adherence, even after adjustments. No significant associations were found between the healthy dietary pattern (characterized by beans, baby foods, fruits, vegetables, and natural fruit juices) and IQ scores. These findings suggest that an unhealthy diet in early childhood may impair cognitive performance, particularly in children with early-life deficits.

**Keywords:** dietary intake; dietary patterns; cognitive performance; intelligence quotient; childhood; deficits; cohort studies

## Introduction

The first years of life are considered a critical period for developing cognitive abilities, a phase marked by rapid brain development and heightened susceptibility to environmental influences<sup>(1,2)</sup>. During this phase, cognitive abilities such as intelligence, often assessed by intelligence quotient (IQ) tests, show an accelerated increase, reaching a certain stability around age 10<sup>(3-5)</sup>. However, the failure to achieve the full potential of cognitive development in early life can negatively influence behaviors and health throughout life, increase the risk of mortality<sup>(6-10)</sup>, compromise educational attainment, negatively affect income in adulthood, and potentially contribute to the perpetuation of the cycle of poverty between generations<sup>(1)</sup>.

Thus, during this period, the intake of food and nutrients is fundamental for brain development, as the brain remains highly sensitive to the influence of nutrition<sup>(11)</sup>. Ensuring a nutritious diet during these years is essential for children's healthy growth and development, as their nutritional needs are particularly high, making both the quantity and quality of food crucial.<sup>(12)</sup> In addition, childhood represents an important period for the development of eating habits, which may persist later in life and influence health throughout lifespan<sup>(13,14)</sup>.

Given the growing trend of early introduction of low-quality diets and their implications for child development, some studies have evaluated the influence of dietary intake on cognitive performance in healthy children, using cross-sectional<sup>(15,16)</sup> and longitudinal<sup>(17-21)</sup> approaches. A meta-analysis using data from studies conducted in high-income countries found that dietary patterns offer a small but highly significant increase (OR= 1.03,  $p \leq 0.01$ ) in the chance of affecting the cognitive ability of children<sup>(22)</sup>.

However, the results remain inconsistent and have predominantly been derived from studies conducted in high-income countries. Thus, it is crucial to investigate this association in low-and middle-income countries, where diet quality and diversity are often more limited than in high-income countries<sup>(23)</sup>. Therefore, this study aims to characterize dietary patterns at 2 years of age and investigate their association with cognitive performance, measured by IQ scores at 6-7 years of age, in children from the 2015 Pelotas Birth Cohort.

## Methods

This longitudinal study uses data from the 2015 Pelotas Birth Cohort in Brazil. Between January 1 and December 31, 2015, all live-born children delivered in the maternity hospitals of Pelotas, whose mothers resided in the urban area of the municipality, in the Jardim América neighborhood or the Colônia Z3, were invited to participate in the study. Of the 4,333 eligible births, 4,275 mothers agreed to participate, defining the perinatal study and the original sample of this cohort. This article used data from the following follow-ups: perinatal, 3 and 12 months and at 2, 4, and 6-7 years of age. Of the original sample, 97.2% (N= 4,110) were followed up at 3 months, 95.4% (N= 4,018) at 12 months, 95.4% (N= 4,014) at 2 years, 95.4% (N= 4,010) at 4 years and 92.0% (N= 3,867) at 6-7 years of age. The analytical sample included children with information on food consumption at age 2 and cognitive performance at age 6-7 (Figure 1). Additional information and methodological details on the 2015 Pelotas Birth Cohort can be found elsewhere<sup>(24-26)</sup>.

The study protocol, from perinatal to 4-year follow-up, was approved by the Research Ethics Committee of the School of Physical Education at the Federal University of Pelotas under protocol number 522,064, while the protocol for 6-7-year follow-up was approved by the Research Ethics Committee of the Faculty of Medicine at the same university, under protocol number 5,032,997. In all follow-ups, participation in the study was formalized by the mother or legal guardian signing an informed consent form.

### *Dietary intake assessment*

Dietary intake was assessed at 2 years of age and collected using a questionnaire containing questions related to the child's usual diet based on the following question: *"Now I am going to ask you some questions about <CHILD>'s diet. Please answer based on the foods that are regularly consumed every day or almost every day. Thinking about <CHILD>'s usual consumption, does he/she eat/drink...."* The questionnaire, adapted from the food intake markers form of the Brazilian National Food and Nutrition Surveillance System (SISVAN)<sup>(27)</sup>, assesses the habitual consumption of specific foods or food groups. Some adjustments were made to the instrument based on local the consumption profile, particularly regarding examples of food items<sup>(28)</sup>. The questionnaire utilized "yes" or "no" response options and was administered by a trained interviewer to the child's mother or guardian.

The food items investigated included: sausages and processed meats (such as nuggets, hamburgers, ham, mortadella, salami, sausage, and hot dogs); packaged snacks (like chips); instant noodles; sweet biscuits; sweets and candies (such as candies, lollipops, chewing gums,

chocolates, or jelly); soft drinks; processed juices (boxed, bottled, powdered juice or boxed coconut water); meats (beef, chicken, fish, pork, or offal); eggs; liver; cereals grains and starches (rice, potatoes, cassava/manioc, or pasta); beans; baby foods (purees, and soups); fruits; vegetables; natural fruit juices; savory crackers; infant formulas; milk (cow's milk, liquid or powdered); and yogurt.

### ***Dietary patterns***

Dietary patterns were generated using principal component analysis (PCA) based on the food items in the questionnaire, allowing strongly correlated food items to be combined to form the components<sup>(29)</sup>. The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) and Bartlett's sphericity tests were applied to assess the appropriateness of the PCA<sup>(30,31)</sup>.

The number of components to be extracted was defined based on interpretability criteria, eigenvalues greater than 1.5, and the Cattell scree plot test, in which the points with the most significant slope indicate the number of components to be retained<sup>(31–33)</sup>. An orthogonal rotation (varimax) was applied to maximize the higher factor loadings and minimize the lower loadings, facilitating the interpretability of the components<sup>(31)</sup>. Food items with factor loadings greater than |0.30| were considered to be strongly associated with these components and were, therefore, the most representative in the description and labeling of dietary patterns.

Component scores were derived for each child, considering all factor loadings when calculating the scores. The scores were divided into terciles and categorized to represent adherence to each dietary pattern. Children in the bottom tercile (first tercile) were attributed low adherence, while children in the top two terciles (second and third tercile) were attributed high adherence.

### ***Cognitive performance***

The children's cognitive performance was assessed by trained psychologists using the adapted and standardized version of the Wechsler Intelligence Scale for Children – 4<sup>th</sup> edition (WISC-IV) for the Brazilian population<sup>(34)</sup> at 6–7 years of age. The 10 mandatory subtests were applied (similarities, vocabulary, comprehension, cubes, figurative concepts, matrix reasoning, digits, sequence of numbers and letters, code, and symbol search), which assess different cognitive abilities and provide IQ scores. The scores were obtained according to the norms and conversion tables for the Brazilian population described in the WISC-IV test application and correction manual<sup>(34)</sup>.

### ***Covariates***

The covariates were identified as potential confounding factors based on a literature review and constructing a directed acyclic graph (DAG), using the *DAGitty 3.1* software [<https://www.dagitty.net/>]. The DAG illustrates the minimum adjustments needed to estimate the direct effect and is presented in simplified form in Supplementary Figure 1.

From the perinatal study, the variables included were sex (male, female); maternal age in years (<20, 20-34 and  $\geq 35$ ); maternal schooling in years ( $\leq 4$ , 5-8, 9-11 and  $\geq 12$ ); and socioeconomic status (A-B, C, D-E), categorized according to the Brazilian Association of Research Companies (ABEP), where A-B correspond to the wealthiest groups and D-E to the poorest<sup>(35)</sup>.

At 3 and 12 months, the duration of exclusive breastfeeding (months) was assessed. The food introduced before 6 months was classified based on the data from the 12-month follow-up into four categories: a) no, when no food other than breast milk was introduced, which is considered the appropriate practice for this age range; b) healthy food, when foods such as fruits, vegetables, and cereal grains were introduced; c) unhealthy food, when processed foods rich in sugars or fats were introduced; and d) both, when both healthy and unhealthy foods were introduced.

From the 2-year follow-up, the following variables were included: number of people in the household, not including the child (1, 2, 3, 4 or more); attended pre-school (yes, no), positively coded if the child attended pre-school at some point before the age of 2; maternal work outside the home since the child's birth (yes, no); parent-child relationship score, measured by a sub-scale of the Parenting and Family Adjustment Scales (PAFAS) where higher scores indicate better relationships (0-15)<sup>(36)</sup>; and maternal depressive symptoms, assessed by the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS), with a cut-off point  $\geq 10$  to classify maternal depression (yes, no)<sup>(37)</sup>. In addition, a cognitive stimulation score (0-4) was created based on the sum of positive answers to the following questions: a) whether the child had been taken to the park in the last week (yes, no); b) whether the child had been taken to other people's houses in the last week (yes, no); c) whether the child had any storybooks at home (yes, no); d) whether someone had read or told the child a story (yes, no)<sup>(38)</sup>.

The z-scores for weight, height, and head circumference for ages up to 2 years were calculated according to the World Health Organization (WHO) growth curves<sup>(39)</sup>, using the *Anthro* software [<https://www.who.int/toolkits/child-growth-standards/software>] and based on information collected during all follow-ups conducted within this period. These indicators were later combined into a single variable, referred to as early-life deficits, considering the presence

of any deficit identified when the z-score was  $\leq -2$  standard deviations in at least one of the follow-ups up to the age of 2<sup>(40)</sup>.

Based on the 4-year follow-up, the number of older siblings (0, 1, 2, or more) and family structure were included. Family structure at 4 years was used as a proxy for family structure at 2 years, as this information was not available at that time. It was categorized according to whether the child lived with one, both, or neither of his/her parents, regardless of whether they were biological, social, or adoptive.

### ***Statistical analysis***

The original and analytical samples were described according to all the covariates, reporting the absolute frequencies (N). Categorical variables were expressed as proportions (%) and 95% confidence intervals (95% CI). Symmetrical continuous variables were described using means and standard deviation (SD), whereas asymmetrical variables were reported using medians and interquartile ranges (IQR). A comparison was also made between the original and analytical samples for all covariates.

Beta coefficients ( $\beta$ ) and their respective 95% CI were estimated using crude and adjusted linear regression models to assess the association between dietary patterns and cognitive performance. The association between adherence to dietary patterns (high and low adherence) and IQ scores was analyzed, considering the low adherence category as the reference.

Exploratory analyses were conducted, based on the literature, to investigate whether the associations between adherence to dietary patterns and IQ scores might differ according to sex, birth weight, gestational age, duration of exclusive breastfeeding, and presence of early-life deficits. Interaction terms were incorporated into the models, and significant results were stratified and presented when the interaction was significant for at least one of the dietary patterns in the adjusted analyses.

The analyses were adjusted for all covariates described previously. Additionally, further adjustments were made considering a broader set of confounding variables, including gestational characteristics and behaviors (parity, pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, physical activity during pregnancy, number of prenatal visits, smoking, and alcohol consumption during pregnancy) and child characteristics (skin color, gestational age, birth weight, and social interaction in plays), to assess possible changes in the effect estimates. Furthermore, sensitivity analyses were performed using dietary intake both as standardized scores and as mutually exclusive categories, which describe children's dietary intake profiles

by considering different patterns simultaneously. The detailed methodology for these analyses is available in the supplementary material.

All the assumptions for using linear regression were checked. Variables were included in the model by quality of fit tests. The analyses were carried out using the *Stata* statistical package (version 15.1), adopting a significance level of 5%.

## Results

Of the 4,275 children included in the original cohort, 3,483 (81.5%) had information on dietary intake at 2 years and cognitive performance at 6-7 years of age, and this was the analytical sample for this study (Figure 1). The distribution of the variables analyzed in the analytical sample was similar to those in the original sample. Just over half of the children were boys (50.5%); most were children of mothers aged between 20 and 34 (70.8%) with between 9 and 11 years of schooling (34.9%). Most families were in socioeconomic class C (50.7%), and the most frequent family structure involved the child living with both parents (69.8%). Only 23.4% were exclusively breastfed for the first six months, without receiving any other food (Table 1). Around 11.4% of the children had a weight-for-age deficit, 18.2% had a height-for-age deficit, and 9.2% had a head circumference-for-age deficit during the first two years of life (data not shown in the table). Overall, 22.5% exhibited at least one of these deficits (Table 1).

The tests conducted to assess the correlations between food items and the appropriateness of using PCA to identify dietary patterns yielded adequate results, confirming its suitability (KMO = 0.795; Bartlett's test of sphericity,  $p < 0.001$ ). The extraction of two factors was determined based on the scree plot and eigenvalues  $\geq 1.5$ . After rotation, the dietary patterns explained 23.2% of the total variance. The first pattern was characterized by snacks, instant noodles, sweet biscuits, sweets and candies, soft drinks, sausages, and processed meats and was labeled as an "unhealthy" pattern. The second, labeled "healthy", was characterized by beans, baby foods, fruits, natural fruit juices, and vegetables. The factor loadings of each food item for the patterns identified are shown in Table 2.

At 6-7 years of age, the children had a mean IQ score of 87.4 points (SD: 14.0) and a median of 87 points (IQR: 21.0), with scores ranging from 57 to 119 points, with higher values representing higher IQ.

Exploratory interaction analyses identified that the association between adherence to unhealthy dietary pattern and IQ scores was significantly modified by the presence of early-life deficits (interaction  $p=0.020$ , in the adjusted analysis) (Figure 2). No evidence of effect modification was found for sex, birth weight, gestational age, and duration of exclusive breastfeeding in the adjusted analysis ( $p > 0.05$  for all variables).

The association analysis showed a strong negative association between the unhealthy dietary pattern and IQ scores, both in the crude and adjusted analyses ( $p < 0.001$ ). Children with high adherence to the unhealthy dietary pattern and deficits in weight, height, or head circumference for their age showed a 4.78-point reduction in IQ (95% CI: -7.06; -2.49) compared to those with low adherence. In contrast, children without such deficits had a 2.24-

point reduction in IQ (95% CI: -3.35; -1.13), even after adjusting for covariates. On the other hand, no significant associations were identified between the healthy dietary pattern and IQ scores (Table 3).

Additional adjustments, incorporating a broader set of confounding variables related to the child's characteristics and gestational factors, as described in Supplementary Table 1, did not alter the significance level nor result in substantial changes in the effect measures (Supplementary Table 2). The sensitivity analyses, using the continuous score of dietary patterns and mutually exclusive categories of dietary patterns, are also presented in the supplementary material and are consistent with the others (Supplementary Tables 3 and 4).

## Discussion

In this study, two main dietary patterns were identified among children at age 2: one predominantly consisting of foods considered healthy, and the other characterized by a high consumption of foods considered unhealthy, primarily ultraprocessed foods. The main results indicate that high adherence to the unhealthy dietary pattern is statistically associated with lower IQ scores at ages 6-7, even after adjusting for a wide range of confounders, including family and socioeconomic factors, as well as maternal, gestational, and child characteristics, and aspects related to the child's care and feeding. Furthermore, early-life deficits (weight, height, or head circumference for age) intensified the negative effect of high adherence to an unhealthy dietary pattern on children's IQ scores. However, no statistically significant associations were found between the healthy dietary pattern and cognitive performance.

Comparing the results with literature can be difficult due to the different methodological approaches, including the study design, the variability of the techniques used to assess dietary intake, and the use of different psychometric instruments to assess cognitive abilities<sup>(15,18)</sup>. In addition, among the few studies available on children, the target populations were substantially different, including mainly children from high-income countries<sup>(15-21)</sup>, which may reflect on the quality of the food consumed<sup>(23,41,42)</sup>.

However, despite this, the results of this study align with those of other longitudinal studies conducted in high-income countries, which reported lower IQ scores in children with greater adherence to less healthy patterns during the early years of life<sup>(18-21)</sup>. Previous studies with children from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC) cohort reported a reduction of up to 2 IQ points (ranging from 0.68 to 1.67 points) at age 8 in children with higher scores in less healthy dietary patterns between 6 months and 3 years of age, primarily characterized by ultraprocessed foods high in salt, fat and sugar<sup>(20,21)</sup>.

In the analyses presented in this study, the detrimental effect on cognitive performance observed among children with high adherence to an unhealthy dietary pattern was even greater among those with some deficit in weight, height, or head circumference. For children without any of these deficits, the reduction in IQ was approximately 2 points, while for those with deficits, the reduction was nearly 5 points.

Similar results were found by a study that observed that the daily consumption of margarine in children born small for their gestational age at the age of 3 was associated with a reduction of approximately 4 points in IQ at the age of 7<sup>(43)</sup>. Furthermore, a longitudinal study, carried out in the Netherlands with adolescents, observed that a less healthy pattern adopted when they were one year old, similar to the Western pattern (characterized by processed foods,

rich in fat and sugar), negatively influenced brain volume at 10 years and IQ at 13 years, suggesting that brain morphology may be a mediator of the effect of unhealthy dietary intake on later cognitive performance<sup>(19)</sup>.

Previous studies have shown that birth conditions and postnatal growth can influence later cognitive ability<sup>(22,44–46)</sup>. Children with a deficit in height and head circumference from birth to the first year of life were more likely to be classified as having a low IQ<sup>(44)</sup>. In addition, other studies suggest that insufficient growth before age two is related to impaired cognitive development<sup>(47)</sup>. Thus, despite the high prevalence of deficits observed in this study, the results are consistent with those of another birth cohort study conducted in Brazil, which reported prevalence rates of 12%, 17.2%, and 8.8% for weight, height, and head circumference deficits for age during the first year of life, respectively<sup>(44)</sup>.

A possible explanation for the lower IQ scores among children with high adherence to the unhealthy pattern is the rapid brain development that occurs during the early years of life<sup>(1,2)</sup>, in which brain plasticity is more pronounced, making the brain more susceptible to environmental influences<sup>(48)</sup>. Other biological mechanisms capable of explaining the observed association between the unhealthy dietary pattern and cognitive performance may be related to the gut-brain axis since diet in the first years of life can affect the composition of the gut microbiota<sup>(49,50)</sup> and thus influence gut-brain communication and brain functions<sup>(51)</sup>. The dissemination of a Western lifestyle, characterized by diets rich in ultra-processed foods with high levels of fat, sodium, sugar, and food additives and low in nutrients and fiber, can lead to changes in microbial composition, damage to intestinal barrier functions, and compromise the metabolism of neurotransmitters in the gut and brain, impacting brain functions<sup>(52,53)</sup>.

Among the studies that did not observe similar associations for a pattern considered less healthy, the following characteristics are highlighted: a) low variance explained by the dietary pattern identified, which may compromise the ability to detect significant associations<sup>(15)</sup>; b) the use of cross-sectional approaches, which do not allow the consequences of an unhealthy diet to be observed in the long period<sup>(15,16)</sup>; c) the limited representation of lower socioeconomic groups in the sample analyzed, which may reflect on the foods consumed<sup>(17)</sup>, given the lower consumption of unhealthy foods among wealthier individuals in high-income countries<sup>(42)</sup>.

In contrast to the findings presented here, other studies have identified some positive associations between dietary patterns considered to be healthier and cognitive performance<sup>(17,21)</sup>. A study with children from ALSPAC showed that higher levels of adherence to a healthier pattern at 1 and 2 years of age (characterized by the consumption of fruit,

vegetables, fruit juices, cheese, and eggs) were associated with slightly higher IQ scores at 8 years of age<sup>(21)</sup>.

In this study, some factors may explain the lack of association in the analyses for the healthy pattern, such as the lower variability observed for this pattern (8.7%) compared to the unhealthy pattern (14.6%). Furthermore, healthier foods, such as those included in this pattern, tend to be widely consumed by children in this age group (approximately 92% of the analytical sample habitually consumes four or more of the foods that characterize the healthy dietary pattern), which may have contributed to the reduction in variability in the data, compromising the statistical ability to detect significant associations. Results from a Brazilian study based on data from the National Health Survey corroborate this hypothesis by observing that most of the Brazilian population regularly consumes beans, fruits, and vegetables<sup>(54)</sup> – foods that characterize this dietary pattern.

Furthermore, the results of this study show that the unhealthy dietary pattern at 2 years of age is predominantly characterized by the consumption of ultra-processed foods. This corroborates previous findings regarding the high frequency of these products in the diets of children up to two years of age in Brazilian regions<sup>(28,55–57)</sup>, a period during which their consumption should be avoided, as recommended by the Food Guide for Brazilian Children<sup>(58)</sup>. These results reinforce concerns about the harmful effects of these foods, including their influence on cognitive performance, as evidenced in this study.

The results of this study should be interpreted considering some limitations. Firstly, the questionnaire used to assess dietary intake at 2 years of age has inherent limitations due to its qualitative design, as it captures only habitual consumption without specifying the frequency or quantity of foods consumed. However, foods that are consumed very frequently or rarely tend to be reported with greater accuracy in studies that emphasize habitual intake<sup>(59)</sup>. Additionally, although the questionnaire concentrates on a specific set of foods, it was developed based on dietary intake markers from SISVAN, which are commonly used to identify healthy and unhealthy eating practices in Primary Health Care<sup>(27)</sup>. Another potential limitation may be related to parents' reports of their children's unhealthy dietary intake, which may be underestimated. However, this error is expected to be independent of the children's cognitive performance, which would only tend to underestimate the associations found.

Another limitation may be related to the absence of variables such as maternal cognitive performance and diet during pregnancy. However, it is worth noting that the analyses included additional adjustments for a set of gestational characteristics and behaviors (such as pre-gestational BMI, gestational weight gain, physical activity, smoking and alcohol consumption,

and number of prenatal visits), which may be correlated with diet type during pregnancy, but did not alter the significance of the results. Moreover, there was no measure of maternal cognitive performance, which could be considered a determinant of the cognitive stimulation<sup>(18)</sup>. However, a stimulation score was used in the adjusted analyses<sup>(38)</sup>, in addition to maternal schooling as a proxy for maternal cognitive performance, due to the positive correlation previously reported between intelligence and schooling<sup>(60,61)</sup>.

The study has several strengths. First, it is one of the few longitudinal studies conducted in Brazil, following individuals from birth to childhood, which allows for the assessment of the long-term effects of dietary intake on cognitive performance. Additionally, it is among the few studies conducted in a middle-income country to examine this association, providing insight into a distinct socioeconomic context, and is also one of the first to report a modification of effect based on the presence of early-life deficits. The high follow-up rates and, consequently, the large sample size further strengthen the study. Furthermore, childhood cognitive performance was assessed by trained and standardized psychologists, minimizing information bias and ensuring consistency in assessments. Moreover, the analyses considered a large number of potential confounding factors, which were incorporated into the study and evaluated through a robust data analysis strategy. Additionally, the investigation of dietary patterns, including dietary intake and its combinations rather than isolated nutrients and foods, is also a positive aspect, as it provides a broader perspective that better reflects what is observed in the sample, in contrast to studies focused on isolated foods and nutrients<sup>(62)</sup>. In public health, this approach can provide more actionable insights and guide policies aimed at promoting healthier eating habits<sup>(63,64)</sup>. Finally, sensitivity analyses conducted using different strategies to assess dietary patterns demonstrated consistency in the results, which reinforces the robustness of the findings. However, further research should be encouraged to investigate this association across different socioeconomic contexts and at distinct ages during childhood. Additionally, research exploring the biological mechanisms underlying the observed associations is also warranted.

Although the attenuation levels observed in the effect measures in the adjusted analyses do not rule out the possibility of residual confounding, the results for the unhealthy dietary pattern seem consistent with the literature. Moreover, although the effect may be considered of small magnitude, resulting in a 2-4 point reduction in the IQ of children with high adherence to the unhealthy dietary pattern, the consequences of this result at a population level may contribute to a reduction in average IQ in the long term.

The observed results reinforce the hypothesis that diet quality can influence cognitive performance and help strengthen programs that promote healthy eating habits from the earliest

years of life to prevent deficits and improve cognitive performance. This is particularly important in low- and middle-income countries, where the challenges related to childhood nutrition are even more remarkable, as it emphasizes the need to ensure that children have access to adequate quality food.

## **Acknowledgments**

### **Financial support**

This article is based on data from the study “Pelotas Birth Cohort, 2015” conducted by the Postgraduate Program in Epidemiology at the Federal University of Pelotas with the collaboration of the Brazilian Public Health Association (ABRASCO). The first phase of the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort was funded by the Wellcome Trust (095582). Funding for specific follow-up visits was also received from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) and Children’s Pastorate sponsored follow-up at twenty-four months; and FAPERGS – PPSUS and the Bernard van Leer Foundation (BRA-2018-178) for the 4-year follow-up. At the 4-year follow-up, the 2015 cohort was also funded by the Department of Science and Technology (DECIT/Brazilian Ministry of Health). The 6-7 years follow-up received funding from the Department of Science and Technology of the Ministry of Health (Department of Science and Technology (DECIT/Brazilian Ministry of Health), Instituto Todos Pela Saúde, Celer Biotecnologia SA, FAPERGS PqG 21/2551-0002004 -0 and CNPq through public notices: 407813/2021-7, 406582/2021-1 and 406582/2021-1. GTH received support from CAPES. ADB and MRD received support from CNPq. MXC is supported by the Wellcome Trust.

### **Declaration of interests**

The authors declare no conflicts of interest.

### **Authorship**

GTH, TRF, and ADB contributed to the conception and development of analytic strategies for the study. TRF, MRD, PCH, and ADB were involved in the fieldwork and data collection for the 2015 cohort. GTH conducted the literature review, statistical analyses, and drafted the manuscript. GTH, TRF, MXC, PCH, MRD, and ADB made significant contributions to the data interpretation and critical revision of the text. All authors approved the final version of the manuscript.

## References

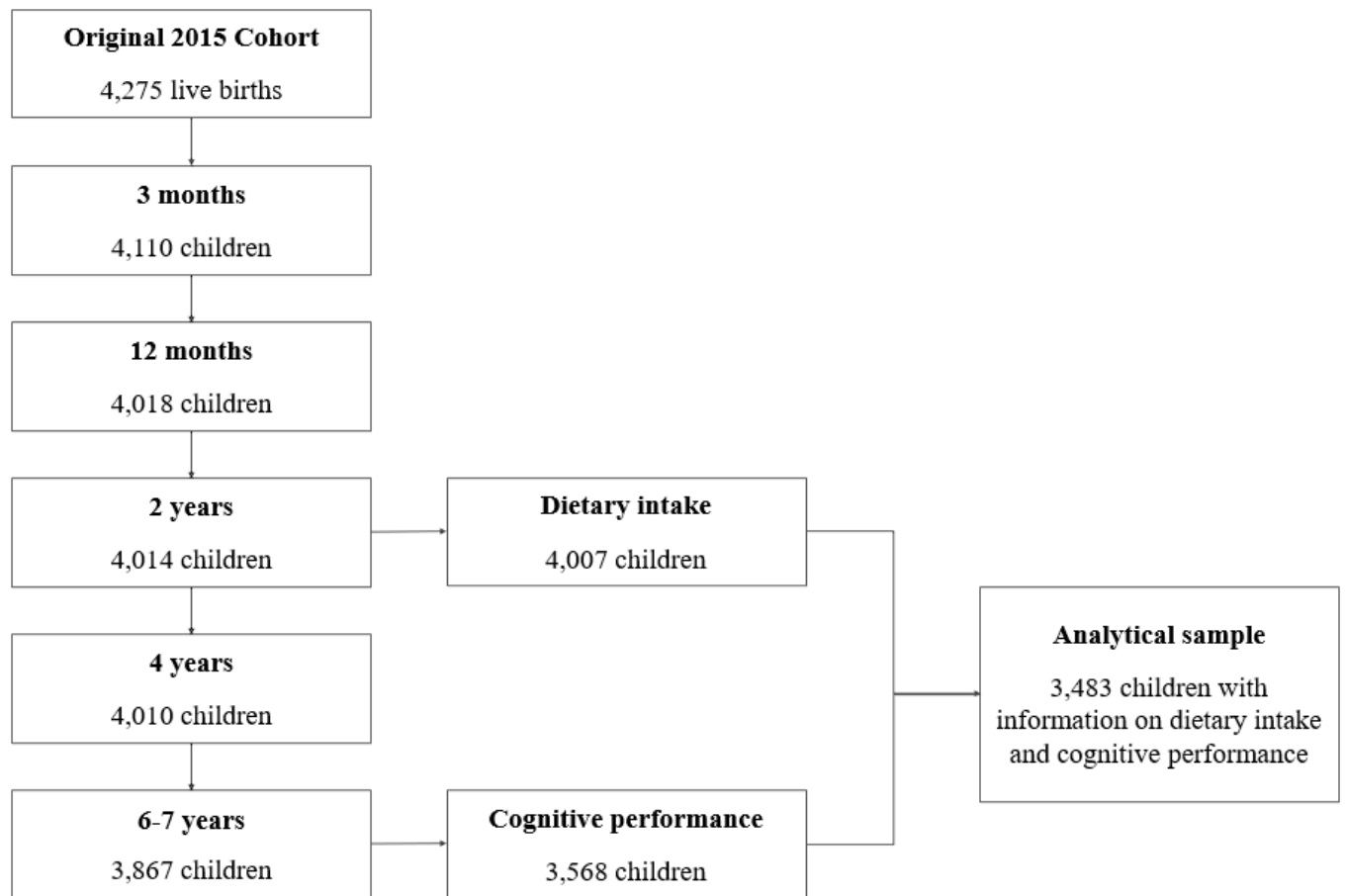
1. Grantham-McGregor S, Cheung YB, Cueto S *et al.* (2007) Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *Lancet* **369**, 60–70.
2. Thompson RA, Nelson CA. (2001) Developmental science and the media: Early brain development. *Am Psychol* **56**, 5–15.
3. Braaten EB, Norman D (2006) Intelligence (IQ) testing. *Pediatr Rev* **27**, 403–408.
4. Deary IJ, Cox SR, & Hill WD (2022) Genetic variation, brain, and intelligence differences. *Mol Psychiatry* **27**, 335–353.
5. Bünger A, Grieder S, Schweizer F *et al.* (2021) The comparability of intelligence test results: Group- and individual-level comparisons of seven intelligence tests. *J Sch Psychol* **88**, 101–117.
6. Batty GD, Deary IJ, Gottfredson LS (2007) Premorbid (early life) IQ and later mortality risk: systematic review. *Ann Epidemiol* **17**, 278–288.
7. Calvin CM, Deary IJ, Fenton C *et al.* (2011) Intelligence in youth and all-cause-mortality: systematic review with meta-analysis. *Int J Epidemiol* **40**, 626–644.
8. Calvin CM, Batty GD, Der G *et al.* (2017) Childhood intelligence in relation to major causes of death in 68 year follow-up: prospective population study. *BMJ* **357**, j2708.
9. Falkstedt D, Lager ACJ (2017) Higher IQ in childhood is linked to a longer life. *BMJ* **357**, j2932.
10. Kilgour AHM, Starr JM, Whalley LJ (2010) Associations between childhood intelligence (IQ), adult morbidity and mortality. *Maturitas* **65**, 98–105.
11. Anjos T, Altmäe S, Emmett P *et al.* (2013) Nutrition and neurodevelopment in children: focus on NUTRIMENTHE project. *Eur J Nutr* **52**, 1825–1842.
12. Pries AM, Filteau S, Ferguson EL (2019) Snack food and beverage consumption and young child nutrition in low- and middle-income countries: A systematic review. *Matern Child Nutr* **15**, Suppl. 4, e12729.
13. Cosmi V, Scaglioni S, Agostoni C (2017) Early Taste Experiences and Later Food Choices. *Nutrients* **9**, 107.
14. Scaglioni S, De Cosmi V, Ciappolino V *et al.* (2018) Factors Influencing Children's Eating Behaviours. *Nutrients* **10**, 706.
15. Leventakou V, Roumeliotaki T, Sarri K *et al.* (2016) Dietary patterns in early childhood and child cognitive and psychomotor development: the Rhea mother-child cohort study in Crete. *Br J Nutr* **115**, 1431–1437.
16. Marinoni M, Giordani E, Mosconi C *et al.* (2022) Are Dietary Patterns Related to Cognitive Performance in 7-Year-Old Children? Evidence from a Birth Cohort in Friuli Venezia Giulia, Italy. *Nutrients* **14**, 4168.

17. Gale CR, Martyn CN, Marriott LD *et al.* (2009) Dietary patterns in infancy and cognitive and neuropsychological function in childhood. *J Child Psychol Psychiatry* **50**, 816–823.
18. Marinho AR, Severo M, Vilela S *et al.* (2022) Is the association between dietary patterns and cognition mediated by children's adiposity? A longitudinal approach in Generation XXI birth cohort. *Clin Nutr* **41**, 231–237.
19. Mou Y, Blok E, Barroso M *et al.* (2023) Dietary patterns, brain morphology and cognitive performance in children: Results from a prospective population-based study. *Eur J Epidemiol* **38**, 669–687.
20. Northstone K, Joinson C, Emmett P *et al.* (2012) Are dietary patterns in childhood associated with IQ at 8 years of age? A population-based cohort study. *J Epidemiol Community Health* **66**, 624–628.
21. Smithers LG, Golley RK, Mittinty MN *et al.* (2012) Dietary patterns at 6, 15 and 24 months of age are associated with IQ at 8 years of age. *Eur J Epidemiol* **27**, 525–535.
22. Nilsen FM, Ruiz JDC, & Tolve NS (2020) A Meta-Analysis of Stressors from the Total Environment Associated with Children's General Cognitive Ability. *Int J Environ Res Public Health* **17**, 5451.
23. Mayén A-L, Marques-Vidal P, Paccaud F *et al.* (2014) Socioeconomic determinants of dietary patterns in low- and middle-income countries: a systematic review. *Am J Clin Nutr* **100**, 1520–1531.
24. Bertoldi AD, Barros FC, Hallal PRC *et al.* (2019) Trends and inequalities in maternal and child health in a Brazilian city: methodology and sociodemographic description of four population-based birth cohort studies, 1982-2015. *Int J Epidemiol* **48**, i4–i15.
25. Hallal PC, Bertoldi AD, Domingues *et al.* (2018) Cohort Profile: The 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Int J Epidemiol* **47**, 1048–1048h.
26. Murray J, Leão OA de A, Flores TR *et al.* (2024) Cohort Profile Update: 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study—follow-ups from 2 to 6-7 years, with COVID-19 impact assessment. *Int J Epidemiol* **53**, dyae048.
27. Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica (2015). *Orientações para avaliação de marcadores de consumo alimentar na Atenção Básica (Guidelines for the evaluation of dietary intake markers in Primary Health Care)*. Brasília: Ministério da Saúde.
28. Pereira AM, Buffarini R, Domingues MR *et al.* (2022) Ultra-processed food consumption by children from a Pelotas Birth Cohort. *Rev Saude Publica* **56**, 79.
29. Hu FB (2002) Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* **13**, 3–9.
30. Fávero LP, Belfiore P (2017) *Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem Multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®. (Manual of Data Analysis: Statistics and Multivariate Modeling with Excel®, SPSS®, and Stata®)*. 1st ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

31. Olinto MTA (2007). *Padrões alimentares: análise de componentes principais (Dietary patterns: principal component analysis)*. In: Kac G, Sichieri R, Gigante DP, editors. *Epidemiologia nutricional (Nutritional epidemiology)*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Atheneu, p. 580.
32. Ocké MC (2013) Evaluation of methodologies for assessing the overall diet: dietary quality scores and dietary pattern analysis. *Proc Nutr Soc* **72**, 191–199.
33. Newby PK, Tucker KL (2004) Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review. *Nutr Rev* **62**, 177–203.
34. Wechsler D (2013). *Escala Wechsler de Inteligência para crianças (WISC-IV): manual de instruções para aplicação e avaliação (Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV): instruction manual for application and evaluation)*. 4th ed. São Paulo: Casa do Psicólogo.
35. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. (2015) *Critério de Classificação Econômica do Brasil (Brazilian Economic Classification Criterion)*. São Paulo: ABEP.
36. Sanders MR, Morawska A, Haslam DM *et al.* (2014) Parenting and Family Adjustment Scales (PAFAS): validation of a brief parent-report measure for use in assessment of parenting skills and family relationships. *Child Psychiatry Hum Dev* **45**, 255–272.
37. Santos IS, Matijasevich A, Tavares BF *et al.* (2007) Validation of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in a sample of mothers from the 2004 Pelotas Birth Cohort Study. *Cad Saúde Pública* **23**, 2577–2588.
38. Barros AJ, Matijasevich A, Santos IS *et al.* (2010) Child development in a birth cohort: effect of child stimulation is stronger in less educated mothers. *Int J Epidemiol* **39**, 285–294.
39. World Health Organization (2006) *Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age; methods and development*. Organized by Mercedes de Onis. Geneva: WHO Press.
40. Gonçalves H, Barros FC, Buffarini R *et al.* (2019) Infant nutrition and growth: trends and inequalities in four population-based birth cohorts in Pelotas, Brazil, 1982–2015. *Int J Epidemiol* **48**, i80–i88.
41. Allen L, Williams J, Townsend N *et al.* (2017) Socioeconomic status and non-communicable disease behavioural risk factors in low-income and lower-middle-income countries: a systematic review. *Lancet Glob Health* **5**, e277–e289.
42. Turrell G, Vandevijvere S (2015) Socio-economic inequalities in diet and body weight: evidence, causes and intervention options. *Public Health Nutr* **18**, 759–763.
43. Theodore RF, Thompson JMD, Waldie KE *et al.* (2009) Dietary patterns and intelligence in early and middle childhood. *Intelligence* **37**, 506–513.
44. Camargo-Figuera FA, Barros AJ, Santos IS *et al.* (2014) Early life determinants of low IQ at age 6 in children from the 2004 Pelotas Birth Cohort: a predictive approach. *BMC Pediatr* **14**, 308.

45. Gale CR, O'Callaghan FJ, Godfrey KM *et al.* (2004) Critical periods of brain growth and cognitive function in children. *Brain* **127**, 321–329.
46. Ahmed A, Kramer MS, Bernard JY *et al.* (2021) Early childhood growth trajectory and later cognitive ability: evidence from a large prospective birth cohort of healthy term-born children. *Int J Epidemiol* **49**, 1998–2009.
47. Black MM, Walker SP, Fernald LCH *et al.* (2017) Advancing Early Childhood Development: from Science to Scale 1. *Lancet* **389**, 77–90.
48. Bee H, Boyd D (2011). *A criança em desenvolvimento (The developing child)*. 12th ed. Porto Alegre: Artmed.
49. Laursen MF, Andersen LBB, Michaelsen KF *et al.* (2016) Infant Gut Microbiota Development Is Driven by Transition to Family Foods Independent of Maternal Obesity. *mSphere* **1**, e00069-15.
50. Koenig JE, Spor A, Scalfone N *et al.* (2011) Succession of microbial consortia in the developing infant gut microbiome. *Proc Natl Acad Sci U S A* **108**, 4578–4585.
51. Dalile B, Van Oudenhove L, Vervliet B *et al.* (2019) The role of short-chain fatty acids in microbiota–gut–brain communication. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* **16**, 461–478.
52. Derrien M, Veiga P (2017) Rethinking Diet to Aid Human–Microbe Symbiosis. *Trends Microbiol* **25**, 100–112.
53. Song Z, Song R, Liu Y *et al.* (2023) Effects of ultra-processed foods on the microbiota-gut-brain axis: The bread-and-butter issue. *Food Res Int* **167**, 112730.
54. Santin F, Gabe KT, Levy RB *et al.* (2022) Food consumption markers and associated factors in Brazil: distribution and evolution, Brazilian National Health Survey, 2013 and 2019. *Cad Saude Publica* **38**, Suppl. 1, e00118821.
55. Giesta JM, Zoche E, Corrêa R da S *et al.* (2019) Fatores associados à introdução precoce de alimentos ultraprocessados na alimentação de crianças menores de dois anos (Factors associated with early introduction of ultra-processed foods in the diet of children under two years). *Cien Saude Colet* **24**, 2387–2397.
56. Relvas GRB, Buccini G dos S, Venancio SI (2019) Ultra-processed food consumption among infants in primary health care in a city of the metropolitan region of São Paulo, Brazil. *J Pediatr* **95**, 584–592.
57. Flores TR, Neves, RG, Wendt A *et al.* (2021). Padrões de consumo alimentar em crianças menores de dois anos no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013 (Dietary patterns in children under two years in Brazil: National Health Survey, 2013). *Cien Saude Colet* **26**, 625–636.
58. Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde (2019). *Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos (Food guide for Brazilian children under 2 years)*. Brasília: Ministério da Saúde.

59. Pereira RA, Sichieri R (2007). *Métodos de avaliação do consumo alimentar (Methods for assessing dietary intake)*. In: Kac G, Sichieri R, Gigante DP, editors. *Epidemiologia nutricional (Nutritional epidemiology)*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Atheneu, p. 580.
60. Strenze T (2007) Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence* **35**, 401–426.
61. Deary IJ, Strand S, Smith P *et al.* (2007) Intelligence and educational achievement. *Intelligence* **35**, 13–21.
62. Allès B, Samieri C, Féart C *et al.* (2012) Dietary patterns: a novel approach to examine the link between nutrition and cognitive function in older individuals. *Nutr Res Rev* **25**, 207–222.
63. Marques-Vidal P, Waeber G, Vollenweider P *et al.* (2018) Socio-demographic and lifestyle determinants of dietary patterns in French-speaking Switzerland, 2009–2012. *BMC Public Health* **18**, 131.
64. Schwerin HS, Stanton JL, Smith JL *et al.* (1982) Food, eating habits, and health: a further examination of the relationship between food eating patterns and nutritional health. *Am J Clin Nutr* **35**, 1319–1325.



**Figure 1.** Flowchart of the 2015 Pelotas Birth Cohort and the children included in the study.

**Table 1.** Characterization and comparison of the original sample and the analytical sample. Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil.

| Characteristics                                     | Original sample<br>(n = 4.275) |                   | Analytical sample<br>(n = 3.483) |                   |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
|                                                     | N                              | % (95%CI)         | N                                | % (95%CI)         |
| <b>Sex</b>                                          |                                |                   |                                  |                   |
| Male                                                | 2,164                          | 50.6 (49.1; 52.1) | 1,757                            | 50.5 (48.8; 52.1) |
| Female                                              | 2,111                          | 49.4 (47.9; 50.9) | 1,726                            | 49.5 (47.9; 51.2) |
| <b>Maternal age (years)</b>                         |                                |                   |                                  |                   |
| < 20                                                | 623                            | 14.6 (13.5; 15.7) | 514                              | 14.8 (13.6; 16.0) |
| 20 – 34                                             | 3,018                          | 70.6 (69.2; 72.0) | 2,466                            | 70.8 (69.3; 72.3) |
| ≥ 35                                                | 633                            | 14.8 (13.8; 15.9) | 503                              | 14.4 (13.3; 15.6) |
| <b>Maternal schooling (years)</b>                   |                                |                   |                                  |                   |
| ≤ 4                                                 | 391                            | 9.2 (8.3; 10.1)   | 319                              | 9.2 (8.2; 10.2)   |
| 5 – 8                                               | 1,095                          | 25.6 (24.3; 27.0) | 899                              | 25.8 (24.4; 27.3) |
| 9 – 11                                              | 1,458                          | 34.1 (32.7; 35.5) | 1,216                            | 34.9 (33.3; 36.5) |
| ≥ 12                                                | 1,330                          | 31.1 (29.7; 32.5) | 1,048                            | 30.1 (28.6; 31.6) |
| <b>Socioeconomic (class)</b>                        |                                |                   |                                  |                   |
| A-B (wealthiest)                                    | 1,275                          | 30.9 (29.5; 32.3) | 997                              | 29.6 (28.1; 31.2) |
| C                                                   | 2,047                          | 49.6 (48.0; 51.1) | 1,707                            | 50.7 (49.0; 52.4) |
| D-E (poorest)                                       | 808                            | 19.6 (18.4; 20.8) | 662                              | 19.7 (18.4; 21.0) |
| <b>Maternal work outside the home</b>               |                                |                   |                                  |                   |
| Yes                                                 | 2,616                          | 65.5 (64.0; 67.0) | 2,244                            | 65.3 (63.7; 66.9) |
| No                                                  | 1,376                          | 34.5 (33.0; 36.0) | 1,193                            | 34.7 (33.1; 36.3) |
| <b>Number of people in the household *</b>          |                                |                   |                                  |                   |
| 1                                                   | 140                            | 3.5 (3.0; 4.1)    | 120                              | 3.4 (2.9; 4.1)    |
| 2                                                   | 1,506                          | 37.6 (36.1; 39.1) | 1,325                            | 38.1 (36.5; 39.7) |
| 3                                                   | 1,363                          | 34.0 (32.5; 35.5) | 1,164                            | 33.4 (31.9; 35.0) |
| ≥ 4                                                 | 1,000                          | 24.9 (23.6; 26.3) | 873                              | 25.1 (23.7; 26.5) |
| <b>Family structure</b>                             |                                |                   |                                  |                   |
| Child lives with one parent                         | 1,180                          | 29.5 (28.1; 30.9) | 997                              | 28.9 (27.4; 30.5) |
| Child lives with both parents                       | 2,770                          | 69.2 (67.8; 70.6) | 2,406                            | 69.8 (68.3; 71.3) |
| Child does not live with either parent              | 51                             | 1.3 (1.0; 1.7)    | 43                               | 1.3 (0.9; 1.7)    |
| <b>Number of older siblings</b>                     |                                |                   |                                  |                   |
| 0                                                   | 2,137                          | 53.4 (51.8; 54.9) | 1,845                            | 53.5 (51.9; 55.2) |
| 1                                                   | 1,279                          | 32.0 (30.5; 33.4) | 1,095                            | 31.8 (30.2; 33.4) |
| ≥ 2                                                 | 586                            | 14.6 (13.6; 15.8) | 506                              | 14.7 (13.5; 15.9) |
| <b>Parent-child relationship score</b>              |                                |                   |                                  |                   |
| Median (IQR)                                        | 3,786                          | 15.0 (1.0)        | 3,287                            | 15.0 (1.0)        |
| <b>Maternal depression</b>                          |                                |                   |                                  |                   |
| Yes                                                 | 1,074                          | 28.4 (26.9; 29.8) | 939                              | 28.6 (27.0; 30.1) |
| No                                                  | 2,714                          | 71.6 (70.2; 73.1) | 2,350                            | 71.4 (69.9; 73.0) |
| <b>Duration of exclusive breastfeeding (months)</b> |                                |                   |                                  |                   |
| Median (IQR)                                        | 4,092                          | 1.3 (3.7)         | 3,419                            | 1.3 (3.7)         |
| <b>Food introduction (&lt; 6 months)</b>            |                                |                   |                                  |                   |
| No                                                  | 958                            | 24.0 (22.3; 25.4) | 793                              | 23.4 (22.0; 24.8) |
| Yes, healthy food                                   | 1,169                          | 29.3 (27.9; 30.8) | 1,002                            | 29.5 (28.0; 31.1) |
| Yes, unhealthy food                                 | 55                             | 1.4 (1.1; 1.8)    | 47                               | 1.4 (1.0; 1.8)    |
| Yes, both                                           | 1,805                          | 45.3 (43.7; 46.8) | 1,551                            | 45.7 (44.0; 47.4) |
| <b>Early-life deficits †</b>                        |                                |                   |                                  |                   |
| Some deficit                                        | 980                            | 23.1 (21.8; 24.3) | 782                              | 22.5 (21.1; 23.9) |
| No deficit                                          | 3,272                          | 76.9 (75.7; 78.2) | 2,701                            | 77.5 (76.1; 78.9) |
| <b>Attended pre-school</b>                          |                                |                   |                                  |                   |
| Yes                                                 | 1,291                          | 33.1 (31.6; 34.5) | 1,126                            | 33.0 (31.4; 34.6) |
| No                                                  | 2,615                          | 66.9 (65.5; 68.4) | 2,288                            | 67.0 (65.4; 68.6) |
| <b>Stimulation score ‡</b>                          |                                |                   |                                  |                   |
| ≤ 1                                                 | 595                            | 14.8 (13.7; 16.0) | 513                              | 14.7 (13.6; 15.9) |
| 2                                                   | 1,026                          | 25.6 (24.3; 27.0) | 879                              | 25.2 (23.8; 26.7) |
| 3                                                   | 1,339                          | 33.4 (31.9; 34.9) | 1,185                            | 34.0 (32.5; 35.6) |
| 4                                                   | 1,051                          | 26.2 (24.9; 27.6) | 906                              | 26.1 (24.6; 27.5) |

\* Without including the child

† Deficit in weight, height or, head circumference

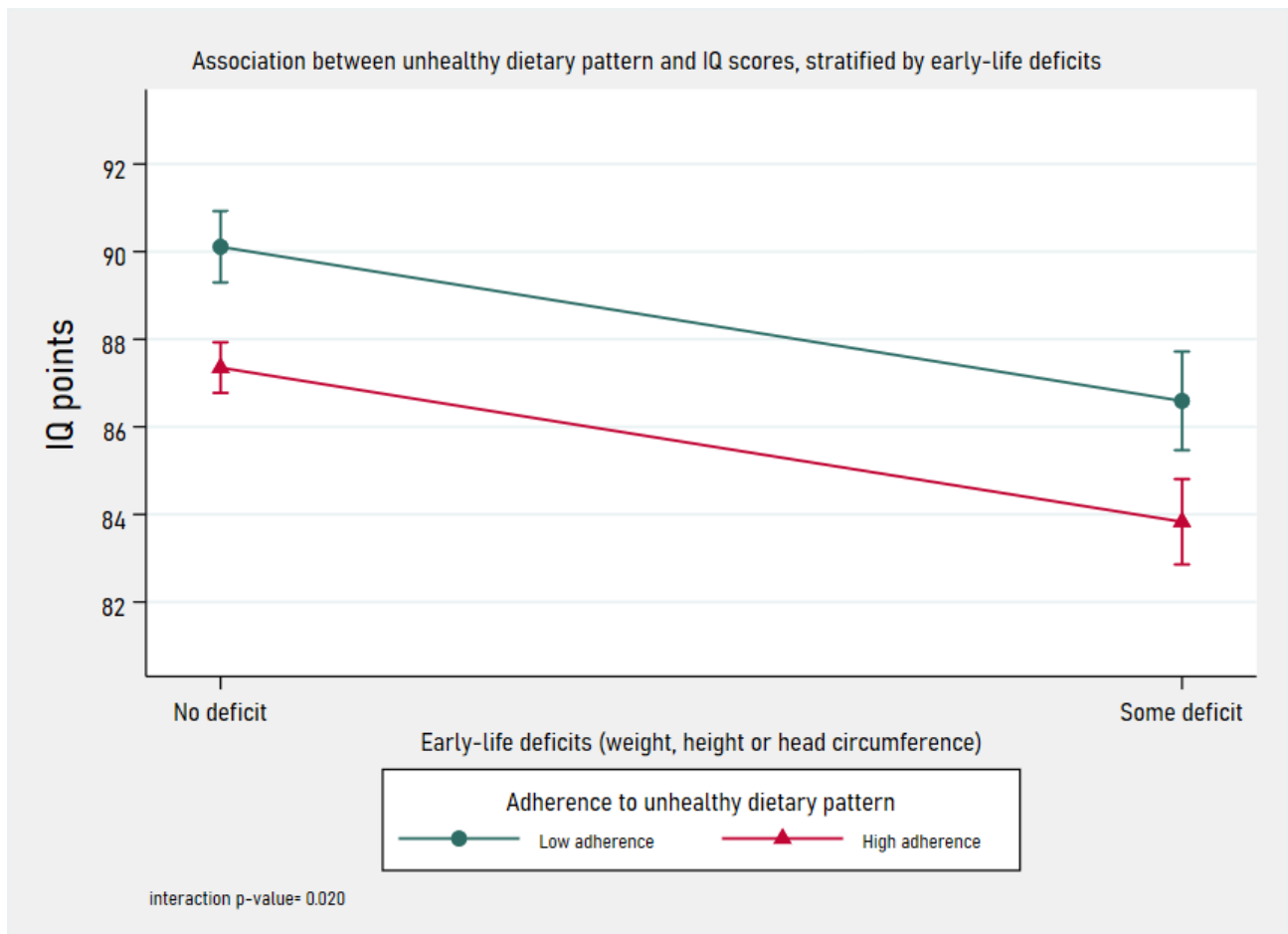
‡ Based on park visit, house visits, storybooks at home, and storytelling

CI: confidence interval; IQR: interquartile range

**Table 2.** Distribution of factor loadings of food items for each dietary pattern at 2 years of age. Pelotas Birth Cohort, 2015.

| Food items                     | Dietary patterns |               |
|--------------------------------|------------------|---------------|
|                                | Unhealthy        | Healthy       |
| Sausages and processed meats   | <b>0.3840</b>    | 0.0032        |
| Packaged snacks                | <b>0.4270</b>    | -0.0454       |
| Instant noodles                | <b>0.3512</b>    | -0.0172       |
| Sweet biscuits                 | <b>0.3005</b>    | 0.0145        |
| Sweets and candies             | <b>0.3411</b>    | -0.0130       |
| Soft drinks                    | <b>0.3850</b>    | -0.0542       |
| Processed juices               | 0.2789           | 0.0153        |
| Meats                          | 0.0022           | 0.2253        |
| Eggs                           | 0.0717           | 0.2836        |
| Liver                          | 0.1057           | 0.1771        |
| Cereal grains and starches     | -0.0164          | 0.2799        |
| Beans                          | -0.0187          | <b>0.3506</b> |
| Baby foods                     | -0.0043          | <b>0.3202</b> |
| Fruits                         | 0.0042           | <b>0.3962</b> |
| Vegetables                     | -0.0862          | <b>0.4352</b> |
| Natural fruit juices           | -0.0506          | <b>0.3091</b> |
| Savory crackers                | 0.0840           | 0.1846        |
| Infant formulas                | -0.2170          | -0.0500       |
| Milk                           | 0.1123           | 0.0872        |
| Yogurt                         | 0.1430           | 0.2040        |
| <b>Explained variance (%)</b>  | 14.6             | 8.7           |
| <b>Cumulative variance (%)</b> | 14.6             | 23.2          |

Factor loadings greater than |0.30| are highlighted.



**Figure 2.** Adjusted\* association between adherence† to unhealthy dietary pattern at 2 years of age and cognitive performance at 6–7 years: effect modification by early-life deficits (weight, height, or head circumference). Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil.

\* Adjustments for child's sex, maternal age, maternal schooling, maternal work, maternal depression, family structure, parental relationship, socioeconomic status, number of people in the household, number of older siblings, preschool, score of stimulation, duration of exclusive breastfeeding and food introduction before 6 months.

† Low adherence (first tercile), high adherence (second and third terciles).

**Table 3.** Crude and adjusted associations between low and high adherence\* to healthy and unhealthy dietary patterns at age 2 and IQ at ages 6–7, stratified by early-life deficits. Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil (n= 3,483).

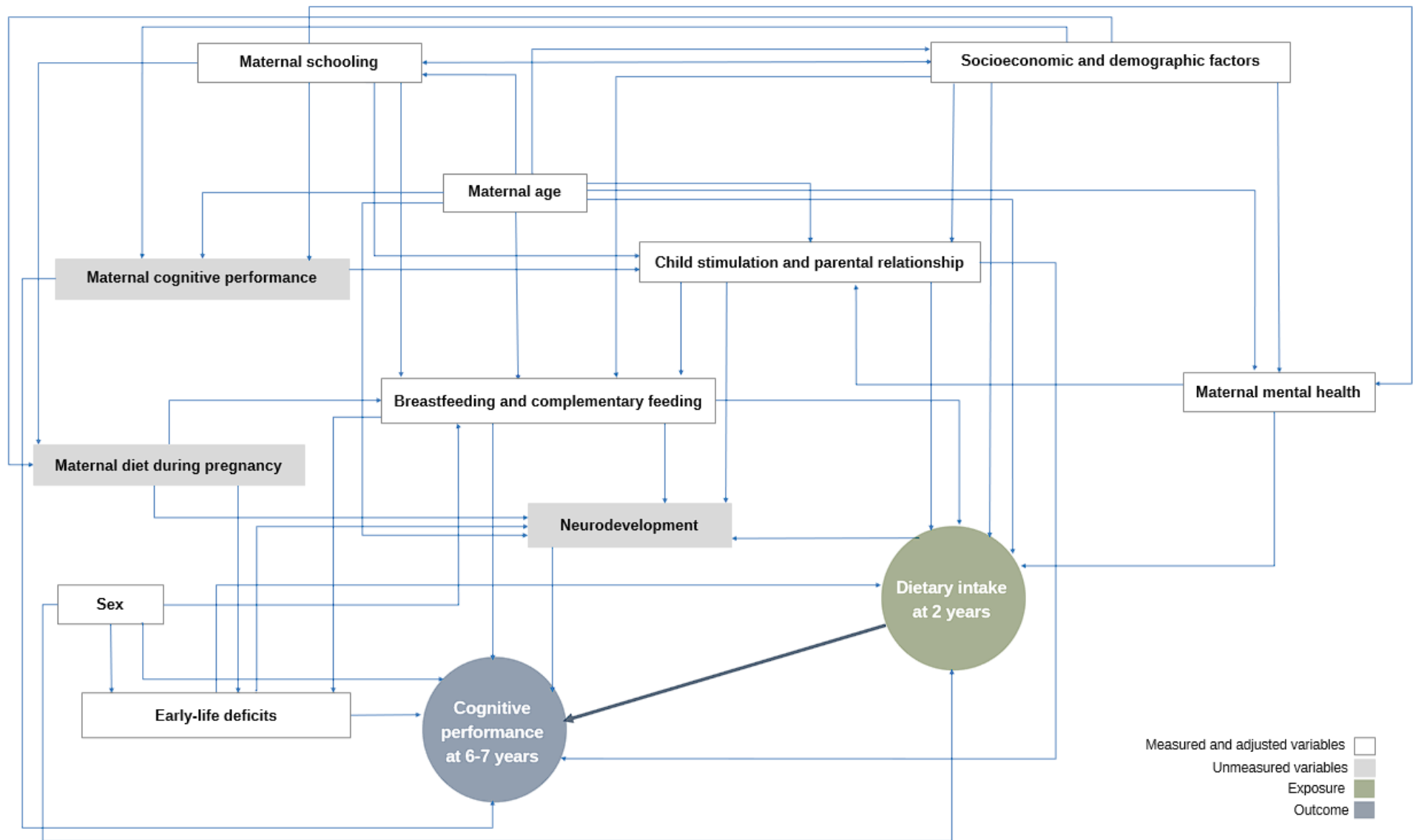
| Early-life deficits<br>(weight, height, or<br>head circumference) | Dietary patterns | IQ<br>βs (95% CI)      |         |                      |         |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|---------|----------------------|---------|
|                                                                   |                  | Crude analysis         | p-value | Adjusted analysis†‡  | p-value |
| <b>No deficit<br/>(n= 2,701)</b>                                  | <b>Healthy</b>   |                        |         |                      |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)          | 0.888   | Reference (0)        | 0.699   |
|                                                                   | High adherence   | -0.08 (-1.19; 1.03)    |         | -0.20 (-1.22; 0.82)  |         |
|                                                                   | <b>Unhealthy</b> |                        |         |                      |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)          | < 0.001 | Reference (0)        | < 0.001 |
|                                                                   | High adherence   | -7.57 (-8.65; -6.50)   |         | -2.24 (-3.35; -1.13) |         |
| <b>Some deficit<br/>(n= 782)</b>                                  | <b>Healthy</b>   |                        |         |                      |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)          | 0.240   | Reference (0)        | 0.884   |
|                                                                   | High adherence   | 1.28 (-0.85; 3.41)     |         | -0.15 (-2.16; 1.86)  |         |
|                                                                   | <b>Unhealthy</b> |                        |         |                      |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)          | < 0.001 | Reference (0)        | < 0.001 |
|                                                                   | High adherence   | -11.91 (-13.88; -9.93) |         | -4.78 (-7.06; -2.49) |         |

IQ: intelligence quotient; βs: beta coefficients; CI: confidence interval

\* Low adherence (first tercile), high adherence (second and third terciles)

† Adjustments for child's sex, maternal age, maternal schooling, maternal work, maternal depression, family structure, parental relationship, socioeconomic status, number of people in the household, number of older siblings, preschool, score of stimulation, duration of exclusive breastfeeding and food introduction before 6 months.

‡ N of the adjusted analysis: no deficit (n= 2,393) and some deficit (n= 647).



**Supplementary Figure 1.** Simplified\* directed acyclic graph (DAG) of the relationship between dietary intake and cognitive performance.

*Socioeconomic and demographic factors (socioeconomic level, maternal occupation, family structure, number of people in the household and number of siblings); child stimulation and parental relationship (pre-school, child stimulation and parental relationship).*

\* Similar behaviors and characteristics were grouped together and only the variables necessary for minimum adjustment were represented, although other variables were included in the construction of the graph.

**Supplementary Table 1.** Characterization and comparison of the original sample and the analytical sample of variables used in additional adjustment. Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil.

| Characteristics                                                                          | Original sample<br>(n = 4,275) |                   | Analytical sample<br>(n = 3,483) |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
|                                                                                          | N                              | % (95% CI)        | N                                | % (95% CI)        |
| <b>Child's skin color</b>                                                                |                                |                   |                                  |                   |
| White                                                                                    | 2,829                          | 72.5 (71.1; 73.9) | 2,458                            | 72.2 (70.7; 73.7) |
| Black                                                                                    | 386                            | 9.9 (9.0; 10.9)   | 340                              | 10.0 (9.0; 11.0)  |
| Brown                                                                                    | 685                            | 17.6 (16.4; 18.8) | 605                              | 17.8 (16.5; 19.1) |
| <b>Birth weight (grams)</b>                                                              |                                |                   |                                  |                   |
| < 2,500                                                                                  | 428                            | 10.1 (9.2; 11.0)  | 332                              | 9.5 (8.6; 10.6)   |
| 2,500 – 3,500                                                                            | 2,717                          | 63.8 (62.4; 65.2) | 2,231                            | 64.1 (62.5; 65.7) |
| > 3,500                                                                                  | 1,113                          | 26.1 (24.8; 27.5) | 918                              | 26.4 (24.9; 27.9) |
| <b>Gestational age at birth (weeks)</b>                                                  |                                |                   |                                  |                   |
| < 37                                                                                     | 663                            | 15.5 (14.5; 16.6) | 508                              | 14.6 (13.5; 15.8) |
| ≥ 37                                                                                     | 3,612                          | 84.5 (83.4; 85.5) | 2,975                            | 85.4 (84.2; 86.5) |
| <b>Pre-pregnancy BMI</b>                                                                 |                                |                   |                                  |                   |
| Underweight                                                                              | 154                            | 3.7 (3.2; 4.3)    | 126                              | 3.7 (3.1; 4.4)    |
| Normal weight                                                                            | 2,039                          | 49.3 (4.8; 5.1)   | 1,635                            | 48.3 (46.7; 50.0) |
| Overweight                                                                               | 1,169                          | 28.2 (26.9; 29.6) | 947                              | 28.0 (26.5; 29.5) |
| Obese                                                                                    | 779                            | 18.8 (17.6; 20.0) | 674                              | 19.9 (18.6; 21.3) |
| <b>Parity</b>                                                                            |                                |                   |                                  |                   |
| 1                                                                                        | 2,136                          | 50.0 (48.5; 51.5) | 1,759                            | 50.5 (48.9; 52.2) |
| 2                                                                                        | 1,320                          | 30.9 (29.5; 32.3) | 1,062                            | 30.5 (29.0; 32.1) |
| ≥ 3                                                                                      | 817                            | 19.1 (18.0; 20.3) | 660                              | 19.0 (17.7; 20.3) |
| <b>Gestational weight gain</b>                                                           |                                |                   |                                  |                   |
| Adequate                                                                                 | 1,374                          | 33.5 (32.1; 35.0) | 1,137                            | 33.9 (32.3; 35.6) |
| Inadequate                                                                               | 1,253                          | 30.6 (29.2; 32.0) | 1,024                            | 30.6 (29.0; 32.1) |
| Excessive                                                                                | 1,471                          | 35.9 (34.4; 37.4) | 1,190                            | 35.5 (33.9; 37.1) |
| <b>Alcohol during pregnancy</b>                                                          |                                |                   |                                  |                   |
| Yes                                                                                      | 315                            | 7.4 (6.6; 8.2)    | 262                              | 7.5 (6.7; 8.5)    |
| No                                                                                       | 3,957                          | 92.6 (91.8; 93.4) | 3,218                            | 92.5 (91.5; 93.3) |
| <b>Smoking during pregnancy</b>                                                          |                                |                   |                                  |                   |
| Yes                                                                                      | 705                            | 16.5 (15.4; 17.6) | 541                              | 15.5 (14.4; 16.8) |
| No                                                                                       | 3,567                          | 83.5 (82.4; 84.6) | 2,940                            | 84.5 (83.2; 85.6) |
| <b>Physical activity during pregnancy (≥ 150 minutes/week in at least one trimester)</b> |                                |                   |                                  |                   |
| Yes                                                                                      | 426                            | 10.0 (9.1; 10.9)  | 352                              | 10.1 (9.1; 11.2)  |
| No                                                                                       | 3,849                          | 90.0 (89.1; 90.9) | 3,131                            | 89.9 (88.8; 90.9) |
| <b>Number of prenatal visits</b>                                                         |                                |                   |                                  |                   |
| Median (IQR)                                                                             | 4,169                          | 9.0 (3.0)         | 3,414                            | 9.0 (3.0)         |
| <b>Social interaction in play at 2 years</b>                                             |                                |                   |                                  |                   |
| Prefers to play alone                                                                    | 1,076                          | 26.9 (25.5; 28.3) | 928                              | 26.7 (25.2; 28.2) |
| Prefers to play in groups                                                                | 2,925                          | 73.1 (71.7; 74.5) | 2,551                            | 73.3 (71.8; 74.8) |

CI: confidence interval; IQR: interquartile range; BMI: body mass index

The additional adjustment considered the following variables: observed child's skin color (white, black, or brown); birth weight in grams (<2,500, 2,500–3,500, or >3,500); gestational age at birth in weeks (<37 or ≥37); pre-pregnancy BMI (underweight, normal weight, overweight, or obesity) and gestational weight gain (adequate, inadequate, or excessive), classified according to the World Health Organization criteria; smoking during pregnancy (yes/no); alcohol use during pregnancy (yes/no); physical activity during pregnancy (≥150 minutes per week in at least one trimester) (yes/no); number of prenatal visits during pregnancy (median); and social interaction in play, assessed by asking whether the child prefers to play alone or in a group. All variables were obtained from the perinatal study, except for social interaction in play, assessed at the 2-year follow-up, and child's skin color, assessed at the 4-year follow-up.

**Supplementary Table 2.** Fully adjusted associations between low and high adherence\* to healthy and unhealthy dietary patterns at age 2 and IQ at ages 6–7, stratified by early-life deficits. Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil (n= 3,483).

| Early-life deficits<br>(weight, height, or<br>head circumference) | Dietary patterns | IQ<br>βs (95% CI)         |         |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|---------|
|                                                                   |                  | Fully adjusted analysis†‡ | p-value |
| No deficit                                                        | <b>Healthy</b>   |                           |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)             | 0.698   |
|                                                                   | High adherence   | -0.20 (-1.24; 0.83)       |         |
|                                                                   | <b>Unhealthy</b> |                           |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)             | 0.002   |
|                                                                   | High adherence   | -1.81 (-2.94; -0.67)      |         |
| Some deficit                                                      | <b>Healthy</b>   |                           |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)             | 0.951   |
|                                                                   | High adherence   | 0.07 (-2.03; 2.16)        |         |
|                                                                   | <b>Unhealthy</b> |                           |         |
|                                                                   | Low adherence    | Reference (0)             | < 0.001 |
|                                                                   | High adherence   | -4.98 (-7.33; -2.62)      |         |

IQ: intelligence quotient; βs: beta coefficients; CI: confidence interval

\* Low adherence (first tercile), high adherence (second and third terciles).

† Adjustments for child's sex, **skin color, birth weight, gestational age**, maternal age, **parity, pre-pregnancy BMI, gestational weight gain, physical activity during pregnancy, number of prenatal visits, smoking and alcohol consumption during pregnancy**, maternal schooling, maternal work, maternal depression, family structure, parental relationship, socioeconomic status, number of people in the household, number of older siblings, preschool, score of stimulation, **social interaction in play**, duration of exclusive breastfeeding and food introduction before 6 months. The highlighted variables were included only in the fully adjusted model.

‡ N of the fully adjusted analysis: no deficit (n= 2,277) and some deficit (n= 594).

Additional adjustments, incorporating a broader set of confounding variables related to the child's characteristics and gestational factors, did not alter the significance level nor result in substantial changes in the effect measures.

**Supplementary Table 3.** Crude and adjusted associations between mutually exclusive categories of adherence to healthy and unhealthy dietary patterns at age 2 and IQ at ages 6–7, stratified by early-life deficits. Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil (n= 3,483).

| Early-life deficits<br>(weight, height, or<br>head circumference) | Adherence to healthy and unhealthy<br>dietary patterns | IQ<br>βs (95% CI)       |         |                      |         |                              |         |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|---------|----------------------|---------|------------------------------|---------|
|                                                                   |                                                        | Crude analysis          | p-value | Adjusted analysis†   | p-value | Fully adjusted<br>analysis*‡ | p-value |
| <b>No deficit</b>                                                 | High healthy and low unhealthy (n= 560)                | Reference (0)           |         | Reference (0)        |         | Reference (0)                |         |
|                                                                   | High healthy and high unhealthy (n= 1,247)             | -7.29 (-8.63; -5.96)    | < 0.001 | -2.14 (-3.47; -0.81) | 0.002   | -1.53 (-2.89; -0.17)         | 0.027   |
|                                                                   | Low healthy and high unhealthy (n= 565)                | -7.96 (-9.52; -6.39)    | < 0.001 | -2.19 (-3.76; -0.63) | 0.006   | -1.73 (-3.32; -0.13)         | 0.034   |
|                                                                   | Low healthy and low unhealthy (n= 329)                 | 0.20 (-1.62; 2.02)      | 0.827   | 0.24 (-1.46; 1.93)   | 0.783   | 0.59 (-1.13; 2.31)           | 0.502   |
| <b>Some deficit</b>                                               | High healthy and low unhealthy (n= 168)                | Reference (0)           |         | Reference (0)        |         | Reference (0)                |         |
|                                                                   | High healthy and high unhealthy (n= 359)               | -10.91 (-13.31; -8.50)  | < 0.001 | -5.09 (-7.71; -2.47) | < 0.001 | -5.16 (-7.86; -2.46)         | < 0.001 |
|                                                                   | Low healthy and high unhealthy (n= 174)                | -13.15 (-15.93; -10.36) | < 0.001 | -4.76 (-7.84; -1.67) | 0.003   | -5.15 (-8.33; -1.96)         | 0.002   |
|                                                                   | Low healthy and low unhealthy (n= 81)                  | 0.82 (-2.66; 4.31)      | 0.643   | -0.69 (-4.14; 2.76)  | 0.693   | -0.58 (-4.11; 2.96)          | 0.748   |

IQ: intelligence quotient; βs: beta coefficients; CI: confidence interval

\* Low adherence (first tercile), high adherence (second and third terciles).

† Adjustments for child's sex, maternal age, maternal schooling, maternal work, maternal depression, family structure, parental relationship, socioeconomic status, number of people in the household, number of older siblings, preschool, score of stimulation, duration of exclusive breastfeeding and food introduction before 6 months.

‡ Additional adjustments were made for the child's skin color, birth weight, gestational age, parity, pre-gestational BMI, gestational weight gain, physical activity during pregnancy, number of prenatal visits, smoking and alcohol consumption during pregnancy, and social interaction in play.

Mutually exclusive categories were created for adherence to healthy and unhealthy dietary patterns. Low adherence was defined as children in the lower tercile (first tercile) of the pattern score, while high adherence corresponded to the higher terciles (second and third terciles). The categories were then defined as follows: high healthy and low unhealthy (reference), high healthy and high unhealthy, low healthy and high unhealthy, and low healthy and low unhealthy. The prevalence of these categories in the analytical sample was as follows: high healthy and low unhealthy (20.9%), high healthy and high unhealthy (46.1%), low healthy and high unhealthy (21.2%), and low healthy and low unhealthy (11.8%).

The association analyses considering the exclusion categories were consistent with the other analyses, demonstrating that low adherence to the healthy pattern and high adherence to the unhealthy pattern were associated with a decrease of 1.73 points in IQ among children without any deficits. In children with some deficits, this effect was even more pronounced, showing a reduction of 5.15 points in IQ in fully adjusted analyses.

**Supplementary Table 4.** Crude and adjusted associations between standardized scores of dietary patterns at age 2 and IQ at ages 6–7, stratified by early-life deficits. Pelotas Birth Cohort, 2015, Brazil (n= 3,483).

| Early-life deficits<br>(weight, height, or<br>head circumference) | Dietary patterns | IQ<br>βs (95% CI)    |         |                      |         |                               |         |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|---------|----------------------|---------|-------------------------------|---------|
|                                                                   |                  | Crude analysis       | p-value | Adjusted analysis*†‡ | p-value | Fully adjusted<br>analysis*†‡ | p-value |
| <b>No deficit<br/>(n= 2,701)</b>                                  | <b>Healthy</b>   | -0.004 (-0.54; 0.53) | 0.988   | -0.09 (-0.59; 0.40)  | 0.710   | -0.01 (-0.53; 0.50)           | 0.955   |
|                                                                   |                  | Intercept            |         | 67.02 (60.33; 73.72) |         | 62.50 (53.87; 71.12)          |         |
|                                                                   | <b>Unhealthy</b> | -4.04 (-4.55; -3.54) | < 0.001 | -0.76 (-1.33; -0.20) | 0.008   | -0.44 (-1.03; 0.14)           | 0.136   |
|                                                                   |                  | Intercept            |         | 68.55 (61.81; 75.30) |         | 63.16 (54.51; 71.81)          |         |
| <b>Some deficit<br/>(n= 782)</b>                                  | <b>Healthy</b>   | 0.84 (-0.23; 1.92)   | 0.124   | 0.27 (-0.71; 1.25)   | 0.588   | 0.38 (-0.63; 1.40)            | 0.455   |
|                                                                   |                  | Intercept            |         | 58.05 (44.72; 71.37) |         | 59.14 (42.51; 75.76)          |         |
|                                                                   | <b>Unhealthy</b> | -5.80 (-6.69; -4.90) | < 0.001 | -2.23 (-3.39; -1.07) | < 0.001 | -2.44 (-3.66; -1.23)          | < 0.001 |
|                                                                   |                  | Intercept            |         | 60.53 (47.29; 73.77) |         | 59.90 (43.49; 76.30)          |         |

IQ: intelligence quotient; βs: beta coefficients; CI: confidence interval

\* Adjustments for child's sex, maternal age, maternal schooling, maternal work, maternal depression, family structure, parental relationship, socioeconomic status, number of people in the household, number of older siblings, preschool, score of stimulation, duration of exclusive breastfeeding and food introduction before 6 months.

† Additional adjustments were made for the child's skin color, birth weight, gestational age, parity, pre-gestational BMI, gestational weight gain, physical activity during pregnancy, number of prenatal visits, smoking and alcohol consumption during pregnancy, and social interaction in play.

‡ N of the **adjusted analysis**: no deficit (n= 2,393) and some deficit (n= 647) / **fully adjusted analysis**: no deficit (n= 2,277) and some deficit (n= 594).

Continuous and standardized dietary pattern scores were used, with a mean of zero and a standard deviation (SD) of 1. The association analyses considering the continuous and standardized scores were consistent with the other analyses, demonstrating that an increase of 1 SD in the unhealthy pattern score was associated with a decrease of 2.44 points in IQ among children with some deficits in the fully adjusted analysis. The direction of the effect remained negative among children without any deficits, but it lost statistical significance in the fully adjusted analysis.

**V. COMUNICADO À IMPRENSA**

### **Alto consumo de alimentos ultraprocessados na infância pode impactar negativamente a inteligência, aponta estudo**

Um estudo realizado pelo Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas identificou que uma alimentação não saudável nos primeiros anos de vida pode influenciar negativamente o nível de inteligência das crianças. A pesquisa acompanhou mais de 4.000 crianças desde o nascimento, analisando o consumo alimentar aos 2 anos de idade e sua relação com o desempenho em testes de inteligência por volta dos 7 anos. Os resultados mostram que o alto consumo de alimentos ultraprocessados pode estar relacionada a um desempenho inferior nos testes de inteligência, especialmente entre crianças que apresentaram déficits de crescimento nos primeiros dois anos de vida, como baixa estatura, baixo peso ou menor perímetro cefálico para a idade.

O estudo avaliou as habilidades cognitivas, incluindo a inteligência, por meio de testes específicos para essa faixa etária, aplicados por psicólogos treinados. Esses testes fornecem pontuações para o quociente de inteligência, ou simplesmente QI como é conhecido. Já a alimentação das crianças foi analisada utilizando um questionário de consumo alimentar habitual que identificou dois padrões alimentares distintos: um padrão saudável, composto por alimentos como feijão, frutas, verduras e legumes; e um padrão não saudável, caracterizado pelo consumo frequente de salgadinhos, macarrão instantâneo, biscoitos doces, guloseimas, refrigerantes, embutidos e carnes processadas.

Os resultados indicaram que crianças com alto consumo do padrão alimentar não saudável tiveram pontuações de QI mais baixas em comparação àquelas com menor consumo desses alimentos, sendo esse efeito ainda mais acentuado entre aquelas que apresentaram déficits de crescimento. Esses achados sugerem que crianças com histórico de déficits podem ser mais vulneráveis aos impactos negativos de uma alimentação não saudável no desenvolvimento cognitivo.

Por outro lado, ao contrário do esperado, o maior consumo do padrão alimentar saudável não esteve relacionado com melhores resultados nos testes de QI. Os pesquisadores sugerem que isso pode ocorrer porque a influência negativa do consumo excessivo de alimentos ultraprocessados durante um período de desenvolvimento cerebral acelerado pode ser mais significativo do que os benefícios de consumir alimentos saudáveis em maior quantidade.

Os resultados da pesquisa fazem parte da dissertação de mestrado da nutricionista Glaucia Treichel Heller, orientada pela professora e doutora Andréa Homsí Dâmaso e coorientada pela doutora Thayná Ramos Flores. A pesquisa destaca a importância da

alimentação nos primeiros anos de vida para um desenvolvimento cognitivo adequado na infância.

“Avaliar o QI durante a primeira infância é essencial, pois é nesse período que a inteligência se desenvolve rapidamente, atingindo certa estabilidade por volta dos 10 anos de idade”, explicam os autores. “Se o potencial de desenvolvimento cognitivo não for totalmente atingido na infância, isso pode afetar de forma negativa a saúde e os níveis de escolaridade, comprometendo a qualidade de vida e até mesmo a renda na vida adulta”. Os pesquisadores também reforçam a necessidade de políticas públicas e ações educativas para promover hábitos alimentares mais saudáveis desde a infância, a fim de minimizar os impactos negativos de uma alimentação de baixa qualidade e prevenir efeitos adversos a longo prazo.

## **VI. APÊNDICE**

## Apêndice 1

Conforme previsto no projeto de pesquisa, cálculos de poder *a posteriori* foram calculados para as análises principais dessa dissertação, utilizando as estimativas reais da amostra analítica. Os resultados estão apresentados na Tabela abaixo.

**Tabela.** Poder estatístico (%) da análise de associação entre os padrões alimentares saudável e não saudável com as pontuações de QI. Coorte de Nascimentos de 2015 de Pelotas/RS.

|                                           | Poder |
|-------------------------------------------|-------|
| <b><i>Análise bruta (N= 3.483)</i></b>    |       |
| Padrão saudável                           | 6%    |
| Padrão não saudável                       | 100%  |
| <b><i>Análise ajustada (N= 3.040)</i></b> |       |
| Padrão saudável                           | 6%    |
| Padrão não saudável                       | 98%   |