

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/02/2028.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE MEDICINA**

**Martina Bassani Lins de Miranda**

**Investigação retrospectiva da relação entre peso ao nascer e obesidade  
na infância por meio de avaliação isotópica**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestra em Ciências na Área da Nutrição no Programa de Pós-graduação em Enfermagem.

Orientadora: Profa. Dra Maria Antonieta De Barros Leite Carvalhaes

Coorientadora: Profa. Dra Thábata Koester Weber

**Botucatu  
2026**

Martina Bassani Lins de Miranda

**Investigação retrospectiva da relação entre peso ao nascer e  
adiposidade na infância por meio de avaliação isotópica**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Medicina, Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestra  
em Ciências na Área da Nutrição no Programa  
de Pós-graduação em Enfermagem

Orientadora: Profa.Dra Maria Antonieta De Barros Leite Carvalhaes  
Coorientadora: Profa. Dra Thábata Koester Weber

**Botucatu  
2026**

M672i

Miranda, Martina Bassani Lins De

Investigação retrospectiva da relação entre peso ao nascer e obesidade na infância por meio de avaliação isotópica / Martina Bassani Lins De Miranda. -- Botucatu, 2026

81 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina, Botucatu

Orientadora: Maria Antonieta Barros Leite Carvalhaes

Coorientadora: Thábata Koester Weber

1. Nutrição. 2. Isótopos Estáveis. 3. Peso ao nascer. 4. Obesidade em crianças. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MARTINA BASSANI LINS DE MIRANDA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM, DA FACULDADE DE MEDICINA - CÂMPUS DE BOTUCATU.

Aos 12 de fevereiro de 2026, às 14h, no(a) Sala de Reuniões 2 - ADM (FMB), realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MARTINA BASSANI LINS DE MIRANDA, intitulada "Investigação retrospectiva da relação entre peso ao nascer e obesidade na infância por meio de avaliação isotópica ". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARIA ANTONIETA BARROS LEITE CARVALHAES (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Enfermagem / UNESP / Câmpus de Botucatu - FMB, Profa. Dra. MARIA RITA MARQUES DE OLIVEIRA (Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / UNESP / Câmpus de Botucatu - IBB, Prof. Dr. ANDERSON MARLIERE NAVARRO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências da Saúde / Faculdade de Medicina do Campus de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), Após a exposição pela mestrandia e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

  
Profa. Dra. MARIA ANTONIETA BARROS LEITE CARVALHAES

*Dedico este trabalho à memória de minha mãe, Nereida Bassani De Miranda, de minha avó, Ida Sussini Bassani, e do meu fiel companheiro, Joca. A partida de vocês durante esta caminhada deixou marcas profundas, mas o amor e a lembrança de cada um foram a força silenciosa que me permitiu chegar até aqui.*

*Ao meu pai, irmãos e a toda a minha família, que sempre acreditaram que os estudos são o caminho e nunca mediram esforços para me apoiar, compreendendo minhas ausências com amor e paciência.*

*E, finalmente, dedico à menina que fui um dia, que sonhou em ser cientista e nunca deixou de acreditar.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista (Unesp), à Faculdade de Medicina e ao Centro de Isótopos, pela infraestrutura e pela oportunidade de realização deste mestrado.

Às minhas orientadoras, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Antonieta e Dr.<sup>a</sup> Thábata Koester, pela orientação, pela confiança depositada no meu trabalho e por todo o conhecimento compartilhado. Obrigada por terem guiado meus passos com paciência e dedicação.

Um agradecimento muito especial ao Prof. Dr. Vladimir, que, mesmo não sendo oficialmente meu orientador, desempenhou esse papel com maestria, ensinando-me e aconselhando-me durante todo o processo. Ao Prof. Dr. Joel Mesa, agradeço imensamente por todo o suporte técnico e incentivo oferecidos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos pais e responsáveis de cada criança que participou deste estudo, meu sincero agradecimento. Obrigada pela confiança, pelo interesse e pela disponibilidade em contribuir. Sem a colaboração e a participação de vocês, a realização deste trabalho não teria sido possível.

Aos meus colegas de sala, Beatriz Magiore, Samuel Perri e Larissa Arcuri. Obrigada por dividirem o espaço, as angústias e as alegrias comigo, e por sempre estarem dispostos a ajudar. A presença de vocês tornou os dias de trabalho muito mais leves.

A todos os servidores do laboratório, que transformaram o ambiente de trabalho em um verdadeiro lar e se tornaram minha família no Centro de Isótopos. Minha profunda gratidão a Carlos Gomes, Cibele Kruliski, Juliana Denadai e Nádia Carvalho, pelo suporte constante e pelo carinho diário. Um destaque especial à Mariana Sasso, que, além de todo o apoio, se tornou uma grande amiga que levarei para a vida.

À minha querida amiga Pamela Furlanetto, que me acompanha desde a graduação. Foi um privilégio compartilhar contigo não apenas a mesma orientadora e o programa de pós-graduação, mas também as dúvidas e o crescimento dessa jornada acadêmica. Obrigada pela parceria de anos e pela amizade.

Ao Pedro Teixeira, meu companheiro, pela paciência infinita e pelo amor. Obrigada por ter sido meu porto seguro, por me "aguentar" nos dias de estresse e cansaço, e por ouvir minhas reclamações sempre com carinho. Você foi fundamental para que eu não desistisse.

À minha família, em especial ao meu pai, irmãos, avó, tios e primas. Agradeço por todo o incentivo e por sempre acreditarem na importância dos meus estudos. Obrigada pelas conversas e pelos momentos de distração, que foram tão necessários durante esse período, e por não medirem esforços para me ajudar. Agradeço também a compreensão diante das minhas ausências em momentos importantes. O apoio de vocês foi essencial.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo (Processo nº 88887.975704/2024-00). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“Mantenha a sua paixão viva. É ela que iluminará o caminho quando a estrada ficar escura. O mundo espera pelo que você tem a dizer.”*

Edward O. Wilson , *Cartas a um Jovem Cientista*

## RESUMO

**Introdução:** A obesidade infantil consolidou-se como um desafio de saúde pública, exigindo monitoramento preciso e entendimento de sua etiologia. Sob a perspectiva das Origens Desenvolvimentistas da Saúde e da Doença (DOHaD), sugere-se a influência do peso ao nascer na composição corporal futura, porém a validação dessa relação e o diagnóstico clínico esbarram nas limitações de métodos antropométricos tradicionais. Nesse contexto, a técnica de diluição de deutério (MDD) destaca-se como padrão de referência (padrão-ouro) para a hidrometria, sendo fundamental tanto para validar equipamentos de campo, como a bioimpedância, quanto para elucidar determinantes biológicos da adiposidade com alta precisão. **Objetivos:** Este estudo objetivou investigar a associação entre o peso ao nascer e a adiposidade na infância mensurada pelo MDD, avaliando a concordância deste com a bioimpedância elétrica Tanita<sup>®</sup> MC-780UPlus (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) e a influência de covariáveis sobre gordura corporal (%GC). **Métodos:** Estudo transversal realizado com 48 crianças (7 a 10 anos) em Botucatu-SP, apresentando ampla variabilidade nutricional (Escore-Z de IMC entre -3,94 e 5,25). A variável desfecho, padrão-ouro, foi o %GC determinado pelo MDD. As co-variáveis incluíram peso ao nascer, aleitamento materno, atividade física e nível socioeconômico. A verificação da BIA foi realizada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), Concordância de Lin (CCC) e análise de Bland–Altman. As associações foram testadas por Spearman e Fisher. **Resultados:** A incerteza experimental do MDD foi de 0,72%, confirmando a precisão do método de referência. A amostra apresentou média de idade de  $9,16 \pm 0,80$  anos e prevalência de obesidade de 32,6% pelo MDD. A maioria nasceu com peso adequado (média  $3,31 \pm 0,56$  kg). Não houve associação estatística entre peso ao nascer e adiposidade atual ( $\rho = -0,17$ ;  $p = 0,259$ ), nem modulação significativa pelos fatores socioambientais ( $p > 0,05$ ). Na comparação instrumental, as médias de %GC foram  $21,77 \pm 9,77\%$  (MDD) e  $26,81 \pm 8,35\%$  (BIA). Embora a BIA tenha apresentado forte correlação ( $r = 0,90$ ; ICC = 0,886), a concordância foi moderada (CCC = 0,737). A análise de Bland–Altman revelou um viés médio de -5,77%, com amplos limites de concordância (-14,32% a 2,79%), indicando superestimação pela BIA. **Conclusão:** Conclui-se que, nesta amostra, o peso ao nascer não atuou como fator determinístico para a gordura corporal. Metodologicamente, ratificou-se a robustez do MDD e evidenciou-se que a BIA (Tanita<sup>®</sup> MC-780Uplus), embora útil para análises populacionais, apresenta acurácia limitada para o diagnóstico clínico individual devido ao viés sistemático observado, demandando equações de correção para a população pediátrica brasileira.

**Palavras-chave:** Obesidade em crianças; Peso ao nascer; Isótopo Estável; Bioimpedância elétrica; Composição corporal.

## ABSTRACT

**Introduction:** Childhood obesity has established itself as a public health challenge, requiring precise monitoring and an understanding of its etiology. From the perspective of the Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD), the influence of birth weight on future body composition is suggested; however, validating this relationship and clinical diagnosis are hindered by the limitations of traditional anthropometric methods. In this context, the Deuterium Dilution Method (DDM) stands out as the reference standard (gold standard) for hydrometry, being fundamental both for validating field equipment, such as bioelectrical impedance, and for elucidating biological determinants of adiposity with high precision. **Objectives:** This study aimed to investigate the association between birth weight and adiposity in childhood measured by the deuterium dilution method, evaluating its agreement with the electrical bioimpedance Tanita<sup>®</sup> MC-780UPlus (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) and the influence of covariates on the outcome of body fat. **Methods:** A cross-sectional study was conducted with 48 children (aged 7 to 10 years) in Botucatu-SP, presenting wide nutritional variability (BMI Z-score between -3.94 and 5.25). The primary outcome variable was %BF determined by the DDM. The covariates included birth weight, breastfeeding, physical activity, and socioeconomic status. BIA validation was performed using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC), Lin's Concordance Correlation Coefficient (CCC), and Bland-Altman analysis. Associations were tested using Spearman and Fisher tests. **Results:** The experimental uncertainty of the DDM was 0.72%, confirming the precision of the reference method. The sample had a mean age of  $9.16 \pm 0.80$  years and an obesity prevalence of 32.6% by DDM. The majority was born with adequate weight (mean  $3.31 \pm 0.56$  kg). There was no statistical association between birth weight and current adiposity ( $\rho = -0.17$ ;  $p = 0.259$ ), nor significant modulation by socio-environmental factors ( $p > 0.05$ ). In the instrumental comparison, mean %BF values were  $21.77 \pm 9.77\%$  (DDM) and  $26.81 \pm 8.35\%$  (BIA). Although BIA showed strong correlation ( $r = 0.90$ ;  $ICC = 0.886$ ), concordance was moderate ( $CCC = 0.737$ ). Bland-Altman analysis revealed a mean bias of -5.77%, with wide limits of agreement (-14.32% to 2.79%), indicating overestimation by BIA. **Conclusion:** It is concluded that, in this sample, birth weight did not act as a deterministic factor for body fat. Methodologically, the robustness of the DDM was ratified, and it was evidenced that BIA (Tanita<sup>®</sup> MC-780Uplus), although useful for population analyses, presents limited accuracy for individual clinical diagnosis due to the observed systematic bias, requiring correction equations for the Brazilian pediatric population.

**Keywords:** Childhood Obesity; Birth Weight; Deuterium Dilution; Bioelectrical Impedance; Body Composition.

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
2.1. PANORAMA ATUAL E A OBESIDADE EM CRIANÇAS.....	12
2.2. FATORES DE INFLUÊNCIA NA OBESIDADE INFANTIL.....	13
2.3. PESO AO NASCER E OBESIDADE.....	14
2.4. COMPOSIÇÃO CORPORAL E ISÓTOPOS ESTÁVEIS.....	15
<b>3. OBJETIVO.....</b>	<b>18</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
4.1. DESENHO DO ESTUDO.....	19
4.2. APROVAÇÃO ÉTICA.....	19
4.3. POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	19
4.4. PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	20
4.5.1. Ficha de Antecedentes.....	23
4.5.1.1. Aleitamento Materno.....	23
4.5.2. Classificação Socioeconômica.....	23
4.5.3. Nível de atividade física.....	24
4.5.4. Registro Alimentar.....	24
4.6. DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	26
4.6.1. Composição Corporal por Bioimpedância.....	26
4.6.2. Diluição Isotópica e MDD.....	26
4.7. ANÁLISE ISOTÓPICA.....	28
4.7.1. Cálculo do erro.....	29
4.8. DESCRIÇÃO DE VARIÁVEIS.....	30
4.8.1. Variável de exposição principal.....	30
4.8.2. Desfecho primário.....	30
4.8.3. Covariáveis do estudo e critérios de classificação.....	31
4.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	33
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>34</b>
5.1. 1º ARTIGO.....	34
5.2. 2º ARTIGO.....	47
5.3. RESULTADOS COMPLEMENTARES.....	62
5.3.1. Avaliação da Dieta.....	62
5.3.2. Cálculo do Erro do MDD.....	62
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE A - MEMORIAL DESCRITIVO DO "AVENTURA DOS SELOS MÁGICOS" E RELATO DE EXPERIÊNCIA DE CAMPO.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B - FICHA DE ANTECEDENTES.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE C - MODELO DO REGISTRO ALIMENTAR.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE RENDA.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A - PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE FOR OLDER CHILDREN.....</b>	<b>78</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

A construção desta dissertação é o resultado de uma trajetória acadêmica iniciada ainda no terceiro ano da graduação, quando fui convidada pela Profa Dra Thábata Koester a desenvolver um projeto de pesquisa singular voltado à avaliação da composição corporal e o início a um aprendizado em conjunto. Naquela ocasião, o ingresso no projeto de Iniciação Científica intitulado BEI marcou meu primeiro contato com o universo dos isótopos estáveis. A curiosidade diante de uma tecnologia inovadora e pouco difundida fora do meio específico da física e química, aliada à colaboração com o Centro de Isótopos Estáveis (CIE), transformou-se rapidamente em motivação profissional.

Ao longo de três anos de aprimoramento técnico, período que rendeu duas Iniciações Científicas e o fundamental apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), consolidei o objetivo de unir duas vertentes: a Ciência da Nutrição e a precisão analítica dos isótopos. O desejo não era apenas dominar o Método de Diluição de Deutério (MDD), mas também divulgar seu potencial e aplicar a expertise adquirida no CIE para qualificar o diagnóstico em saúde pública.

Essa aspiração encontrou o cenário ideal na oportunidade apresentada pela Profa. Dra. Maria Antonieta, anos atrás minha professora da graduação pela disciplina de nutrição materno infantil, abriu as portas do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Acadêmico. Foi através dessa parceria institucional que tive acesso às crianças da Coorte de Lactentes de Botucatu (CLAB), permitindo que a técnica, antes restrita ao laboratório, de difícil recrutamento, encontrasse sua aplicação prática na avaliação de escolares.

Entretanto, a definição das perguntas que norteiam este estudo nasceu de inquietações científicas e diálogos constantes entre pares acadêmicos. De conversas informais e observações práticas, surgiu a primeira questão: *será que o peso ao nascer exerce uma influência tardia e silenciosa na adiposidade atual dessas crianças?* Paralelamente, minha atuação prática trazia à tona um problema metodológico recorrente: *as avaliações por bioimpedância elétrica, tão disseminadas na clínica pela sua praticidade, oferecem resultados equiparáveis à precisão do deutério em crianças?*

Foi a necessidade de responder a essas questões, aliando a robustez do padrão-ouro à realidade do monitoramento infantil, que deu origem ao estudo BOTUKIDS, desenvolvido no âmbito deste mestrado.

## 2. INTRODUÇÃO

A infância é uma fase crucial para o crescimento e o desenvolvimento do indivíduo, de forma que as práticas adotadas nos primeiros anos de vida influenciam significativamente a saúde e o bem-estar ao longo da vida. Em especial, o crescimento adequado durante esse período é essencial para o desenvolvimento físico, neuropsicomotor e imunológico da criança, além de reduzir o risco de morbidades na infância e de doenças crônicas na vida adulta (1,2). Dentre os aspectos envolvidos nesse processo, destaca-se a importância do estado nutricional adequado, como elemento central para o desenvolvimento infantil saudável (3–5).

### 2.1. PANORAMA ATUAL E A OBESIDADE EM CRIANÇAS

A obesidade em crianças, em particular, configura-se como um dos maiores desafios da saúde pública da atualidade, tanto pela magnitude quanto pelas implicações clínicas, sociais e econômicas associadas (6–10). As estimativas do Atlas Mundial da Obesidade 2023 sugerem aumento na prevalência de sobrepeso e obesidade em adultos e crianças entre 2020 e 2035, com aumento anual de 4,4% na população infantil brasileira, valor considerado alto e apresentado pelo relatório da *The World Obesity Federation* (11,12). No panorama brasileiro, uma revisão sistemática realizada em 2023 apresentou prevalência de obesidade infantil em 12,2%, sendo 10,8% entre meninas e 12,3% entre meninos. Observou-se, ainda, ampla heterogeneidade regional, com prevalências variando entre 2,6% e 15,8%, com valores mais elevados em alguns estados da região Norte do país (13). Dados locais corroboram essa preocupação: em 2021, a taxa de mortalidade atribuída à obesidade em Botucatu-SP foi de 2,1 óbitos por 100 mil habitantes, valor próximo à média nacional (2,2/100 mil), demonstrando que o município reflete a tendência epidemiológica observada em âmbito nacional (14). A cronicidade da doença é um fator alarmante, uma vez que evidências apontam que 55% das crianças com obesidade mantêm o diagnóstico na adolescência, e essa taxa de persistência atinge 80% na transição da adolescência para a vida adulta (15).

A obesidade pode ser compreendida sob diferentes perspectivas, entre as quais se destacam as abordagens clínica e nutricional. Do ponto de vista clínico, seu diagnóstico envolve a presença de manifestações funcionais associadas ao excesso de gordura corporal. De acordo com diretrizes recentes, a obesidade clínica pode ser identificada quando há: (a) evidência de disfunção em órgãos ou tecidos atribuída à obesidade; e/ou (b) limitações substanciais, ajustadas para a idade, nas atividades da vida diária, especialmente no que se refere à mobilidade e autonomia funcional (16).

Já sob a perspectiva nutricional, a obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, resultante do desequilíbrio prolongado entre a ingestão e o gasto energético (17). Nessa abordagem, o diagnóstico é geralmente baseado em indicadores antropométricos, como o índice de massa corporal (IMC), ajustado para idade e sexo no caso de crianças e adolescentes.

Embora amplamente utilizado por sua praticidade, o IMC apresenta a limitação crítica de não distinguir massa magra de massa gorda. Por esse motivo, métodos de avaliação da composição corporal (CC) têm sido cada vez mais requeridos para a caracterização precisa do estado nutricional e do risco metabólico associado à obesidade (18–20).

Contudo, a classificação da adiposidade com base no percentual de gordura corporal (%GC) representa um desafio. Embora autores sugiram curvas e pontos de corte, estes são frequentemente específicos para a população dos países, resultando em dados heterogêneos na literatura (21–23). Essa situação contrasta marcadamente com a classificação via IMC, para a qual existem referências globais consolidadas, como as da Organização Mundial da Saúde (OMS). A carência de um consenso para os níveis de adiposidade reflete a falta de estudos globais mais robustos, e a definição desses pontos de corte poderia contribuir de forma substancial para os desafios no diagnóstico e manejo da obesidade infantil.

## 2.2. FATORES DE INFLUÊNCIA NA OBESIDADE INFANTIL

Uma das abordagens amplamente utilizadas para a investigação dos fatores relacionados à obesidade e sobrepeso em crianças é o modelo ecológico, proposto por Davison & Birch, que considera a obesidade infantil como resultado da interação entre múltiplos níveis de influência, incluindo comportamento alimentar, atividade física, comportamento sedentário, fatores familiares e socioeconômicos (24).

Entre os determinantes mais frequentemente documentados na literatura, estão o nível de renda familiar, o tempo de aleitamento materno e o sexo da criança, os quais afetam tanto o crescimento linear quanto a composição corporal (25,26). Crianças expostas a contextos de maior vulnerabilidade socioeconômica tendem a apresentar risco aumentado tanto para desnutrição quanto para obesidade, evidenciando a complexidade das interações entre fatores ambientais e biológicos no desenvolvimento infantil (27).

No que se refere ao aleitamento materno, ele ocupa uma posição complexa no estudo da obesidade infantil. Por um lado, é uma das práticas mais recomendadas por órgãos de saúde para a prevenção do excesso de peso, com evidências que demonstram seus benefícios quando realizado de forma exclusiva nos primeiros seis meses de vida (28). Por outro lado, a

literatura, qualifica seu efeito protetor contra a obesidade como modesto. Ainda, pesquisas demonstram que essa proteção observada pode ser atenuada por uma complexa rede de fatores socioambientais (26–28). Desta forma torna-se interessante observar o aleitamento materno como possível fator de influência na adiposidade.

### 2.3. PESO AO NASCER E OBESIDADE

A crescente prevalência da obesidade tem levado a ciência a buscar suas origens em fases cada vez mais precoces da vida. Uma hipótese consolidada, levantada por diversos autores, está relacionada ao peso e tamanho do bebê ao nascer. As evidências acumuladas nas últimas décadas deram origem ao campo de estudo conhecido como origens desenvolvimentistas da saúde e da doença (DOHaD). Este conceito defende que a exposição a determinados ambientes durante períodos críticos do desenvolvimento, como a gestação, pode influenciar permanentemente a estrutura e o metabolismo do indivíduo, predispondo-o a doenças na vida adulta (28–30).

A relação entre o peso ao nascer e o desenvolvimento futuro das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) é um dos achados mais robustos no campo da DOHaD, compreendendo um espectro de risco. Em um extremo, o baixo peso ao nascer (BPN), reflexo da desnutrição intrauterina, é explicado pela teoria do "Fenótipo Pougador", que postula uma programação fetal adaptativa para a poupança de energia (31–33). No extremo oposto, o alto peso ao nascer (macrossomia), frequentemente ligado à obesidade materna ou diabetes gestacional, resulta de uma programação por supernutrição, que ajusta o feto a um ambiente de excesso calórico, favorecendo vias de acúmulo de gordura e resistência insulínica (34,35).

Atualmente, entende-se que a por trás dessa "programação" fetal envolve fenômenos epigenéticos. Dessa forma, o feto tem seu metabolismo programado para. Quando, após o nascimento, este indivíduo encontra um ambiente com alta oferta calórica, uma realidade comum nas sociedades modernas, sua fisiologia previamente programada para a escassez se torna inadequada, levando ao estoque excessivo de energia como gordura (36,37).

Um ponto crítico nesse processo é o período pós-natal imediato. A estratégia de recuperação nutricional designada como "catch-up growth" propõe o aumento da densidade calórica na dieta de bebês com BPN para reverter déficits de crescimento. Contudo, esse rápido ganho de peso ponderal é extensivamente examinado na literatura por, paradoxalmente, potencializar o risco de obesidade, uma vez que pode reforçar as vias metabólicas adversas programadas na fase intrauterina (38).

## 2.4. COMPOSIÇÃO CORPORAL E ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Isótopos são variantes de um mesmo elemento químico que diferem no número de nêutrons em seus núcleos, o que resulta em números de massas atômicas distintas. Ao contrário dos isótopos radioativos, os isótopos estáveis não emitem radiações, sendo, portanto, seguros para utilização em estudos biológicos e clínicos, principalmente com crianças (39).

O elemento químico hidrogênio (H) possui apenas dois isótopos estáveis, o  $^1\text{H}$  ou simplesmente H com apenas um próton no núcleo e o deutério representado pelos símbolos  $^2\text{H}$  ou D com um próton e um nêutron no núcleo. O deutério ocorre naturalmente, embora em pequena proporção, aproximadamente 0,0115% em relação ao hidrogênio total (39,40).

Na avaliação da composição corporal, a técnica de diluição isotópica com óxido de deutério ( $\text{D}_2\text{O}$ ) ou método de diluição de deutério (MDD), também conhecida como água marcada com Deutério, é amplamente reconhecida como método de referência (“padrão ouro”) para a estimativa da água corporal total (ACT) (41). Após a administração oral de uma dose conhecida de  $\text{D}_2\text{O}$  e o alcance do equilíbrio isotópico, a concentração do isótopo é determinada em amostras biológicas (como saliva ou urina) permitindo o cálculo preciso do volume de ACT. Com base nesse volume, estimam-se a massa livre de gordura (MLG) e, por diferença em relação ao peso corporal total, a massa gorda (MG) e a porcentagem de gordura corporal (%GC) (42).

A quantificação direta da MG e da MLG fornece informações detalhadas sobre o estado nutricional, permitindo distinguir de forma mais acurada o excesso de peso do excesso de gordura, superando a limitação da simples relação peso-estatura na classificação da obesidade. Para essa finalidade, diferentes métodos têm sido empregados em crianças, como a absorciometria de dupla energia por raios X (DeXA), a pletismografia por deslocamento de ar, a bioimpedância elétrica (BIA) e as dobras cutâneas. No entanto, cada uma dessas técnicas apresenta limitações metodológicas relevantes, que restringem sua precisão e aplicabilidade em determinadas populações (43–45).

As dobras cutâneas, por exemplo, dependem fortemente da habilidade do avaliador e da adequação das equações preditivas à população estudada, o que compromete a reprodutibilidade dos resultados, mas, por outro lado, é um método que não demanda recurso financeiro robusto e, uma vez capacitado, o avaliador tem uma ferramenta disponível para a estimativa da adiposidade de um indivíduo (46–48).

A BIA, apesar de prática e de fácil execução, é sensível a múltiplas variáveis, como estado de hidratação, ingestão alimentar, temperatura ambiente, ciclo menstrual e

posicionamento dos eletrodos, podendo superestimar a ACT, especialmente em homens (49–51). Além dessa sensibilidade a fatores individuais e ambientais, é fundamental compreender que a BIA não se refere a um único aparelho padronizado, mas a uma categoria de equipamentos. Dada essa variedade, a validação de cada modelo para a população pediátrica é crucial. As crianças representam um foco de pesquisa contínuo justamente por essa dupla condição: são um público que tanto necessita de métodos de avaliação, para aferição de gordura, adequados quanto representa um desafio técnico para a precisão dos equipamentos existentes (52,53).

O DEXA, por sua vez, é considerada referência clínica, mas envolve exposição à radiação, elevado custo do equipamento e sensibilidade às variações da densidade óssea e da espessura dos tecidos, o que limita seu uso em estudos pediátricos e longitudinais (54,55). Já a pesagem hidrostática, tradicionalmente aplicada em adultos, exige imersão completa do indivíduo em água, em ambiente físico controlado e com infraestrutura específica, além de demandar cooperação ativa, tornando-se inviável em crianças pequenas, idosos e pessoas com limitações motoras (46, 49).

Em contrapartida, o MDD é seguro, não invasivo e pode ser aplicado em grupos vulneráveis, como gestantes, crianças e idosos, sem riscos clínicos. Trata-se de um método altamente preciso, pois permite a estimativa direta da ACT com base em princípios físico-químicos, utilizando apenas pequenas quantidades de amostras biológicas (41,42). Apesar de sua alta confiabilidade, a técnica exige capacidade técnica para o manuseio de aparelhos específicos, como a espectrometria de massa, além de experiência do avaliador e colaboração dos participantes para a coleta dos fluidos corporais. Uma vez que muitos participantes de estudos com esta técnica são crianças, a dificuldade para obter as amostras aumenta (57) Essa precisão é particularmente valiosa em estudos nutricionais e metabólicos pediátricos, e até mesmo para neuropatas, nos quais pequenas variações na composição corporal podem ter impacto clínico relevante (58,59). Além disso, nenhum índice antropométrico isolado apresenta forte correlação com a quantidade de tecido adiposo em diferentes idades e entre sexos, o que limita a eficácia de métodos simplificados na detecção do excesso de gordura corporal (60).

Dessa forma, o MDD se consolida como ferramenta confiável e abrangente para a avaliação da composição corporal, sendo indicada em estudos clínicos e pesquisas com populações pediátricas. Nesse contexto, a hipótese desse estudo admite a existência de uma associação não linear entre o peso ao nascer e a adiposidade na infância mensurada por este método, sugerindo que crianças nascidas nos extremos de peso apresentam maiores

percentuais de gordura corporal. Adicionalmente, espera-se que os valores obtidos pela bioimpedância elétrica apresentem correlação positiva e concordância com os resultados do método de referência por diluição de deutério.

## 6. CONCLUSÃO

No presente estudo, o peso ao nascer e os fatores socioambientais analisados não se associaram ao percentual de gordura corporal, indicando que, nesta amostra, a adiposidade não foi determinada linearmente por essas variáveis precoces.

Em relação aos aspectos metodológicos, a técnica de diluição de deutério confirmou-se como um padrão de referência robusto, demonstrando elevada precisão analítica validada por testes de incertezas. Já a bioimpedância elétrica apresentou excelente correlação para o monitoramento de tendências em nível populacional, porém revelou limitações na concordância individual, devendo ser utilizada com cautela para o diagnóstico clínico isolado. Adicionalmente, observou-se uma contribuição expressiva de alimentos ultraprocessados na dieta, contexto que foi mapeado apesar dos desafios metodológicos inerentes à avaliação do consumo alimentar nesta fase de transição da autonomia infantil.

Ressalta-se que as crianças avaliadas pertenciam a estratos socioeconômicos mais favorecidos, o que restringe a extrapolação dos achados para populações em vulnerabilidade social. Os resultados reforçam a necessidade de estudos longitudinais para compreender a complexidade etiológica da obesidade e sugerem o desenvolvimento de equações de correção específicas para aprimorar a aplicabilidade clínica da bioimpedância na população pediátrica

## 7. REFERÊNCIAS

1. Lynch J, Smith GD. A life course approach to chronic disease epidemiology. *Annu Rev Public Health*. 21 de abril de 2005;26(1):1–35.
2. Mustard JF. Early Human Development Equity from the Start Latin America. *Rev.latinoam.cienc.soc.niñez juv* [Internet]. 28 de fevereiro de 2011 [citado 23 de setembro de 2025];7(2). Disponível em: <https://revistaumanizales.cinde.org.co/rllcsnj/index.php/Revista-Latinoamericana/article/view/188>
3. Montedori KT, Lima MCMP. Early childhood development monitoring during the first thousand days: Investigating the relationship between the developmental surveillance instrument and standardized scales. *Early Human Development*. março de 2024;190:105965.
4. Moreno LA, Rodríguez G. Dietary risk factors for development of childhood obesity. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. maio de 2007;10(3):336–41.
5. Pereira FG, Viana MC. A exposição a experiências adversas na infância é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças e agravos à saúde na vida adulta? *RBPS*. 31 de dezembro de 1969;4–5.
6. Popkin BM, Doak CM. The Obesity Epidemic Is a Worldwide Phenomenon. *Nutrition Reviews*. 27 de abril de 2009;56(4):106–14.
7. Sahoo K, Sahoo B, Choudhury A, Sofi N, Kumar R, Bhadoria A. Childhood obesity: causes and consequences. *J Family Med Prim Care*. 2015;4(2):187.
8. Kumar S, Kelly AS. Review of Childhood Obesity. *Mayo Clinic Proceedings*. fevereiro de 2017;92(2):251–65.
9. Deal BJ, Huffman MD, Binns H, Stone NJ. Perspective: Childhood Obesity Requires New Strategies for Prevention. *Advances in Nutrition*. setembro de 2020;11(5):1071–8.
10. Afolabi HA, Zakariya ZB, Ahmed Shokri AB, Mohammad Hasim MNB, Vinayak R, Afolabi-Owolabi OT, et al. The relationship between obesity and other medical comorbidities. *Obesity Medicine*. março de 2020;17:100164.
11. The World Obesity Federation. *World Obesity Atlas 2023* [Internet]. Londres: The World Obesity Federation; 2023 p. 232. (World Obesity Atlas). Disponível em: [https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/wof-files/World\\_Obesity\\_Atlas\\_2023\\_Report.pdf](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/wof-files/World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf)
12. World Obesity Federation. *World Obesity Atlas 2025* [Internet]. Londres: World Obesity Federation; 2025 p. 275. Report No.: Overweight, obesity and non-communicable diseases. Disponível em: <https://data.worldobesity.org/publications/world-obesity-atlas-2025-v7.pdf>
13. Santos FDP, Silva EAF, Baêta CLV, Campos FS, Campos HO. Prevalence of childhood obesity in Brazil: a systematic review. *Journal of Tropical Pediatrics*. 6 de fevereiro de 2023;69(2):fmad017.

14. Observatório da Saúde Pública - Umame [Internet]. [citado 23 de setembro de 2025]. Disponível em: <https://observatoriosaudepublica.com.br/>
15. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. fevereiro de 2016;17(2):95–107.
16. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, Cohen RV, Wilding JPH, Brown WA, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. março de 2025;13(3):221–62.
17. Hall KD, Heymsfield SB, Kemnitz JW, Klein S, Schoeller DA, Speakman JR. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. *The American Journal of Clinical Nutrition*. abril de 2012;95(4):989–94.
18. Salmón-Gómez L, Catalán V, Frühbeck G, Gómez-Ambrosi J. Relevance of body composition in phenotyping the obesities. *Rev Endocr Metab Disord*. outubro de 2023;24(5):809–23.
19. Etchison WC, Bloodgood EA, Minton CP, Thompson NJ, Collins MA, Hunter SC, et al. Body Mass Index and Percentage of Body Fat as Indicators for Obesity in an Adolescent Athletic Population. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. maio de 2011;3(3):249–52.
20. Saltzman E, Mogensen KM. Physical and Clinical Assessment of Nutrition Status. Em: *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease* [Internet]. Elsevier; 2013 [citado 23 de setembro de 2025]. p. 65–79. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123918840000032>
21. Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Body Fat Percentile Curves for U.S. Children and Adolescents. *American Journal of Preventive Medicine*. outubro de 2011;41(4):S87–92.
22. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes*. abril de 2006;30(4):598–602.
23. Ronque ERV, Guariglia DA, Cyrino ES, Carvalho FO, Avelar A, Arruda MD. Composição corporal em crianças de sete a 10 anos de idade, de alto nível socioeconômico. *Rev Bras Med Esporte*. dezembro de 2007;13(6):366–70.
24. Davison KK, Birch LL. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obesity Reviews*. agosto de 2001;2(3):159–71.
25. Corona LP, Conde WL. The effect of breastfeeding in body composition of young children. *J Hum Growth Dev*. 30 de dezembro de 2013;23(3):276.
26. Wells JCK. Sexual dimorphism of body composition. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. setembro de 2007;21(3):415–30.
27. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet*. 26 de janeiro de 2008;371(9609):340–57.

28. Barker DJP. The origins of the developmental origins theory. *Journal of Internal Medicine*. maio de 2007;261(5):412–7.
29. Barker DJ. The fetal and infant origins of adult disease. *BMJ*. 17 de novembro de 1990;301(6761):1111–1111.
30. Silveira PP, Portella AK, Goldani MZ, Barbieri MA. Developmental origins of health and disease (DOHaD). *J Pediatr (Rio J)*. 30 de novembro de 2007;83(6):494–504.
31. De Boo HA, Harding JE. The developmental origins of adult disease (Barker) hypothesis. *Aust NZ J Obst Gynaeco*. fevereiro de 2006;46(1):4–14.
32. Jornayvaz FR, Vollenweider P, Bochud M, Mooser V, Waeber G, Marques-Vidal P. Low birth weight leads to obesity, diabetes and increased leptin levels in adults: the CoLaus study. *Cardiovasc Diabetol*. dezembro de 2016;15(1):73.
33. Miras M, Ochetti M, Martín S, Silvano L, Sobrero G, Castro L, et al. Serum Levels of Adiponectin and Leptin in Children Born Small for Gestational Age: Relation to Insulin Sensitivity Parameters. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism [Internet]*. janeiro de 2010 [citado 23 de setembro de 2025];23(5). Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jpem.2010.077/html>
34. Yu ZB, Han SP, Zhu GZ, Zhu C, Wang XJ, Cao XG, et al. Birth weight and subsequent risk of obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. julho de 2011;12(7):525–42.
35. Catalano PM, Shankar K. Obesity and pregnancy: mechanisms of short term and long term adverse consequences for mother and child. *BMJ*. 8 de fevereiro de 2017;j1.
36. Roth CL, Sathyanarayana S. Mechanisms affecting neuroendocrine and epigenetic regulation of body weight and onset of puberty: Potential implications in the child born small for gestational age (SGA). *Rev Endocr Metab Disord*. junho de 2012;13(2):129–40.
37. Baran J, Weres A, Czenczek-Lewandowska E, Leszczak J, Kalandyk-Osinko K, Mazur A. Relationship between Children’s Birth Weight and Birth Length and a Risk of Overweight and Obesity in 4–15-Year-Old Children. *Medicina*. 15 de agosto de 2019;55(8):487.
38. Ribeiro AM, Lima MDC, Lira PICD, Silva GAPD. Baixo peso ao nascer e obesidade: associação causal ou casual? *Revista Paulista de Pediatria*. setembro de 2015;33(3):340–8.
39. John RS. The history and theory of the doubly labeled water technique. *The American Journal of Clinical Nutrition*. outubro de 1998;68(4):932S-938S.
40. Meija J, Coplen TB, Berglund M, Brand WA, De Bièvre P, Gröning M, et al. Atomic weights of the elements 2013 (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*. 1º de março de 2016;88(3):265–91.
41. Internationale Atomenergie-Organisation. Introduction to body composition assessment using the deuterium dilution technique with analysis of urine samples by isotope ratio mass spectrometry. Vienna: IAEA; 2010. 65 p. (IAEA human health series).

42. Internationale Atomenergie-Organisation. Assessment of body composition and total energy expenditure in humans using stable isotope techniques. Vienna: Internat. Atomic Energy Agency; 2009. 133 p. (IAEA human health series).
43. Fosbøl MØ, Zerahn B. Contemporary methods of body composition measurement. *Clin Physio Funct Imaging*. março de 2015;35(2):81–97.
44. Orsso CE, Silva MIB, Gonzalez MC, Rubin DA, Heymsfield SB, Prado CM, et al. Assessment of body composition in pediatric overweight and obesity: A systematic review of the reliability and validity of common techniques. *Obesity Reviews*. agosto de 2020;21(8):e13041.
45. Sant’Anna MDSL, Priore SE, Franceschini SDCC. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. *Rev paul pediatri*. setembro de 2009;27(3):315–21.
46. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*. novembro de 1978;40(3):497–504.
47. Lohman TG, Roche AF, Roche AF, Martorell R, organizadores. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Ill: Human Kinetics Books; 1988. 177 p.
48. Kasper AM, Langan-Evans C, Hudson JF, Brownlee TE, Harper LD, Naughton RJ, et al. Come Back Skinfolts, All Is Forgiven: A Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. *Nutrients*. 25 de março de 2021;13(4):1075.
49. Kyle U. Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. outubro de 2004;23(5):1226–43.
50. Speiser PW, Rudolf MCJ, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Childhood Obesity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. março de 2005;90(3):1871–87.
51. Brožek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric Analysis O Body Composition Revision Of Some Quantitative Assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*. setembro de 1963;110(1):113–40.
52. Luque V, Closa-Monasterolo R, Rubio-Torrents C, Zaragoza-Jordana M, Ferré N, Gispert-Llauradó M, et al. Bioimpedance in 7-Year-Old Children: Validation by Dual X-Ray Absorptiometry - Part 1: Assessment of Whole Body Composition. *Ann Nutr Metab*. 2014;64(2):113–21.
53. Chen F, Wu L, Chen Y, Wang J, Liu J, Huang G, et al. A comparison of bioelectrical impedance analysis and air displacement plethysmography to assess body composition in children. *Front Public Health*. 4 de julho de 2023;11:1164556.
54. Hind K, Oldroyd B, Truscott JG. In vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of total body composition and fat distribution in adults. *Eur J Clin Nutr*. janeiro de 2011;65(1):140–2.

55. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Effects of Daily Activities on Dual-Energy X-ray Absorptiometry Measurements of Body Composition in Active People. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. janeiro de 2012;44(1):180–9.
56. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. dezembro de 2004;23(6):1430–53.
57. Fabiansen C, Yaméogo CW, Devi S, Friis H, Kurpad A, Wells JC. Deuterium dilution technique for body composition assessment: resolving methodological issues in children with moderate acute malnutrition. *Isotopes in Environmental and Health Studies*. 4 de julho de 2017;53(4):344–55.
58. Sakamornchai W, Dumrongwongsiri O, Phosuwattanakul J, Siwarom S. Measurement of body composition by deuterium oxide dilution technique and development of a predictive equation for body fat mass among severe neurologically impaired children. *Front Nutr*. 18 de outubro de 2023;10:1162956.
59. Ramos-Silva V, Bila WC, Cabral HWS, Borges FP, Schimit AQ, Silva JPD. Assessment of Body Fat in Children with Neuropathy using Deuterium Oxide Dilution. *JAMMR*. 15 de setembro de 2023;35(21):117–23.
60. Diouf A, Adom T, Aouidet A, El Hamdouchi A, Joonas NI, Loechl CU, et al. Body mass index vs deuterium dilution method for establishing childhood obesity prevalence, Ghana, Kenya, Mauritius, Morocco, Namibia, Senegal, Tunisia and United Republic of Tanzania. *Bull World Health Organ*. 1º de novembro de 2018;96(11):772–81.
61. Ravelli MN. Metabolismo energético, composição corporal e consumo alimentar na cirurgia bariátrica [Internet] [Tese Doutorado]. [Araraquara]: Universidade Estadual Paulista; 2017. Disponível em: [https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5067398](https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5067398)
62. Harris PA, Taylor R, Minor BL, Elliott V, Fernandez M, O’Neal L, et al. The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners. *Journal of Biomedical Informatics*. julho de 2019;95:103208.
63. Kamakura W, Mazzon JA. Critérios De Estratificação E Comparação De Classificadores Socioeconômicos No Brasil. *Rev adm empres*. fevereiro de 2016;56(1):55–70.
64. Guedes DP, Guedes JERP. Medida Da Atividade Física Em Jovens Brasileiros: Reprodutibilidade E Validade Do Paq-C E Do Paq-A. *Rev Bras Med Esporte*. dezembro de 2015;21(6):425–32.
65. TANITA C of A. Body Composition Analyzer MC-780U plus Instruction Manual [Internet]. TANITA Corporation; 2020. Disponível em: [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0835/0462/7999/files/mc780u\\_plus-R\\_1.pdf?v=1736270431](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0835/0462/7999/files/mc780u_plus-R_1.pdf?v=1736270431)
66. Internationale Atomenergie-Organisation. Introduction to body composition assessment using the deuterium dilution technique with analysis of saliva samples by Fourier

- transform infrared spectrometry. Vienna: Internat. Atomic Energy Agency; 2010. 77 p. (IAEA human health series).
67. Coplen TB. Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results. *Rapid Comm Mass Spectrometry*. 15 de setembro de 2011;25(17):2538–60.
  68. Paul D, Skrzypek G, Fórizs I. Normalization of measured stable isotopic compositions to isotope reference scales – a review. *Rapid Comm Mass Spectrometry*. 30 de setembro de 2007;21(18):3006–14.
  69. Weltgesundheitsorganisation. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age; methods and development. Onis M de, organizador. Geneva: WHO Press; 2006. 312 p. (WHO child growth standards).
  70. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes*. abril de 2006;30(4):598–602.
  71. De Onis M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 1º de setembro de 2007;85(09):660–7.
  72. BRASIL MDS. Guia Alimentar Para a População Brasileira: Promovendo a Alimentação Saudável. Ms; 2006. (Serie a. Normas E Manuais Técnicos).
  73. Livingstone MBE, Robson PJ. Measurement of dietary intake in children. *Proc Nutr Soc*. maio de 2000;59(2):279–93.
  74. Baxter SD, Thompson WO, Litaker MS, Frye FHA, Guinn CH. Low Accuracy and Low Consistency of Fourth-Graders' School Breakfast and School Lunch Recalls. *Journal of the American Dietetic Association*. março de 2002;102(3):386–95.
  75. Burrows TL, Martin RJ, Collins CE. A Systematic Review of the Validity of Dietary Assessment Methods in Children when Compared with the Method of Doubly Labeled Water. *Journal of the American Dietetic Association*. outubro de 2010;110(10):1501–10.
  76. Fisberg RM, Martini LA, Slater B. Métodos de inquéritos alimentares. Em: *Inquéritos alimentares: métodos e bases científicos*. Manole; 2005.
  77. B. Heymsfield S, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human Body Composition: Advances in Models and Methods. *Annu Rev Nutr*. julho de 1997;17(1):527–58.
  78. Stinson S, Bogin B, O'Rourke D, Huss-Ashmore R. Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective. Em: Stinson S, Bogin B, O'Rourke D, organizadores. *Human Biology [Internet]*. 1º ed. Wiley; 2012 [citado 20 de dezembro de 2025]. p. 1–22. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118108062.ch1>