

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do
Adolescente

Rafaela Cristina Vieira e Souza

**INFLUÊNCIA DA INGESTÃO MATERNA DE NUTRIENTES DURANTE A
GESTAÇÃO NOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS DO BEBÊ AO
NASCIMENTO**

Belo Horizonte
2021

Rafaela Cristina Vieira e Souza

**INFLUÊNCIA DA INGESTÃO MATERNA DE NUTRIENTES DURANTE A
GESTAÇÃO NOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS DO BEBÊ AO
NASCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Linha de pesquisa: Distúrbios endócrinos, nutricionais e metabólicos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Luana Caroline dos Santos

Belo Horizonte

2021

Vieira e Souza, Rafaela Cristina.

V658i Influência da ingestão materna de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do bebê ao nascimento [manuscrito]. Rafaela Cristina Vieira e Souza. - - Belo Horizonte: 2021. 106f.: il.

Orientador (a): Luana Caroline dos Santos.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Nutrientes. 2. Ingestão de Alimentos. 3. Gravidez. 4. Antropometria. 5. Peso ao Nascer. 6. Recém-Nascido. 7. Dissertação Acadêmica. I. Santos, Luana Caroline dos. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WI 102

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente

Reitora: Prof.^a Sandra Regina Goulart Almeida

Vice-Reitor: Prof. Alessandro Fernandes Moreira

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Fabio Alves da Silva Júnior

Pró-Reitor de Pesquisa: Prof. Mário Fernando Montenegro Campos

Diretor da Faculdade de Medicina: Prof. Humberto José Alves

Vice-Diretora da Faculdade de Medicina: Prof.^a Alamanda Kfoury Pereira

Coordenador do Centro de Pós-Graduação: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação: Prof.^a Eli Iola Gurgel Andrade

Chefe do Departamento de Pediatria: Prof.^a Maria do Carmo Barros de Melo

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente: Prof.^a Roberta Maia de Castro Romanelli

Subcoordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente: Prof.^a Débora Marques de Miranda

Membros do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente:

Prof.^a Ana Cristina Simões e Silva – Titular

Prof. Eduardo Araújo de Oliveira – Suplente

Prof.^a Débora Marque de Miranda -Titular

Prof. Leandro Fernandes Malloy Diniz – Suplente

Prof.^a Cláudia Regina Lindgren Alves – titular

Prof.^a Zilma Silveira Nogueira Reis – Suplente

Prof.^a Juliana Gurgel Giannetti -Titular

Prof.^a Ivani Novato Silva – Suplente

Prof.^a Lêni Márcia Anchieta – Titular

Prof.^a Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana – Suplente

Prof.^a Roberta Maia de Castro Romanelli –Titular

Prof.^a Luana Caroline dos Santos – Suplente

Prof.^a Sérgio Veloso Brant Pinheiro –Titular

Prof. Cássio da Cunha Ibiapina – Suplente

Laura Rangel Drumond de Menezes – Discente Titular

Este trabalho é vinculado ao Núcleo de Estudos em Alimentação e Nutrição nos Ciclos da Vida (NEANC), da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais.

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA - CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

FOLHA DE APROVAÇÃO

INFLUÊNCIA DA INGESTÃO MATERNA DE NUTRIENTES DURANTE A GESTAÇÃO NOS DADOS
ANTROPOMÉTRICOS DO BEBÊ AO NASCIMENTO

RAFAELA CRISTINA VIEIRA E SOUZA

Dissertação de Mestrado defendida em 28 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA SAÚDE, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde-Saúde da Criança e do Adolescente e aprovada pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação supramencionado da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelas seguintes Professoras Doutoras: Luana Caroline dos Santos - Orientadora (UFMG), Milene Cristine Pessoa (UFMG) e Sarah Aparecida Vieira Ribeiro (UFV)

Belo Horizonte, 28 de maio de 2021.



Documento assinado eletronicamente por Luana Caroline dos Santos, Professora do Magistério Superior, em 07/06/2021, às 17:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Sarah Aparecida Vieira Ribeiro, Usuário Externo, em 07/06/2021, às 21:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Milene Cristine Pessoa, Professora do Magistério Superior, em 08/06/2021, às 10:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sej/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0769058 e o código CRC 564B7C83.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que esteve comigo em todos os momentos da minha vida, fortalecendo minha fé e colocando verdadeiros anjos nesta trajetória.

Aos meus pais, Reinaldo e Marilene e ao meu irmão, Carlos César, por serem meus exemplos de determinação e coragem. Por acreditarem que meus sonhos são realizáveis e serem meu alicerce para alcançá-los.

À minha orientadora Luana, que me acolheu tão nova e com inúmeras indecisões, logo no quinto período da faculdade. Trabalhar com você é inspirador. Te agradeço por todos os ensinamentos, delicadeza em todas as conversas, palavras de carinho, confiança no meu trabalho, oportunidades e principalmente pela amizade. Você é muito especial.

À minha amiga, parceira e coorientadora deste trabalho Cristianny, por não medir esforços para me ensinar e pelo incentivo em buscar mais conhecimento. Agradeço pela disponibilidade em compartilhar suas experiências, companheirismo, confiança e cumplicidade. Trabalhar e conviver com você diariamente fez este percurso mais leve e prazeroso.

Ao Eduardo, que em momentos difíceis, esteve ao meu lado e nunca me permitiu regredir. Muito obrigada pelas palavras de amor e otimismo.

À toda a equipe multiprofissional da Maternidade Odete Valadares pelo apoio, assistência e valorização do trabalho realizado.

Agradeço à todas as alunas de iniciação científica que participaram do projeto de pesquisa e trabalharam arduamente em todas as etapas da coleta de dados.

Ao meu grupo de pesquisas NEANC, que se tornou minha família em Belo Horizonte e me acolheu de uma forma imensurável. Além de cafés e almoços muito agradáveis, conheci pessoas únicas que levarei para a vida. Agradeço especialmente à Larissa Bueno pela parceria em um dos artigos e às queridas colegas Aline, Tácia e Ariene pelas inúmeras contribuições.

A todo o grupo materno-infantil, a cada família que aceitou participar voluntariamente do projeto e acreditou na ciência, o meu sincero muito obrigada! Vocês são parte fundamental de todo esse sonho e estarão sempre em minhas orações.

*“Não é o quanto fazemos, mas quanto
amor colocamos naquilo que fazemos”*

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

SOUZA, R.C.V. **Influência da ingestão materna de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do bebê ao nascimento.** 2021. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Introdução: A ingestão alimentar materna durante a gravidez representa um dos fatores modificáveis mais importantes para a saúde da criança, podendo interferir substancialmente nas medidas antropométricas do bebê ao nascer. Assim, realizou-se uma revisão sistemática, na qual foi efetuada uma busca sem delimitação de tempo de publicação nas bases de dados *Cinahl*, *Embase*, *Pubmed*, *Scopus*, *Web of Science* e manualmente em referências de estudos. Os nutrientes importantes durante a gestação e os principais dados antropométricos do bebê ao nascer foram incluídos como descritores. Estudos observacionais em inglês, português e espanhol foram considerados elegíveis. A análise de qualidade dos estudos foi realizada em duplicata por dois revisores independentes por meio do instrumento STROBE (*STrengthening the Reporting of OBservational Studies in Epidemiology*). A revisão contemplou 30 artigos, com 15,39 (DP 2,36) pontos em qualidade (valor máximo: 22). 36 associações foram encontradas: 17 estudos com associações diretas entre a ingestão de nutrientes e os dados antropométricos do recém-nascido, 8 com associações inversas e 11 trabalhos sem associações significantes. A ingestão alimentar de cálcio, magnésio e vitamina C influenciaram diretamente no peso do bebê ao nascer, enquanto a ingestão de carboidratos apresentou influência inversa. **Objetivo:** Avaliar a influência da ingestão materna de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do bebê ao nascimento. **Métodos:** Foi realizado um estudo de delineamento transversal, que contemplou 626 puérperas e seus bebês, internados em alojamento conjunto de uma maternidade pública de referência em uma metrópole brasileira. O consumo alimentar materno foi mensurado por um questionário de frequência alimentar validado. Análise descritiva, testes *Kolmogorov-Smirnov*, *T-Student*, *ANOVA*, correlação de *Spearman* e regressão linear múltipla foram realizados. A regressão foi ajustada pela ingestão energética materna, escolaridade, idade gestacional, prática de atividade física e uso de suplementos na gestação. **Resultados:** A ingestão materna das vitaminas B3 e C foi associada ao aumento do peso ao nascer ($\beta=0,01$; IC 95% 0,01–0,02; $p=0,01$ e $\beta=0,01$; IC 0,01–0,02; $p=0,02$, respectivamente). Um maior índice de massa corporal pré-gestacional materno ($\beta=0,01$; IC 95% 0,01–0,02; $p=0,001$), ganho de peso gestacional ($\beta=0,02$; IC 95% 0,01–0,02; $p<0,001$), paridade ($\beta=0,05$; IC 95% 0,02–0,09; $p=0,001$) e bebês do sexo masculino ($\beta=0,08$; IC95% 0,01–0,02; $p=0,02$) também influenciaram positivamente no peso ao nascer ($R^2=0,27$; $p<0,001$). Não foi observada associação com outros nutrientes ($p>0,05$). **Conclusão:** A revisão sistemática evidenciou considerável influência da ingestão de cálcio, magnésio, vitamina C e carboidratos no peso ao nascer do bebê. Já o estudo transversal detectou contribuição positiva da ingestão materna das vitaminas B3 e C para o mesmo desfecho, denotando a importância do aconselhamento nutricional durante a gestação.

Palavras-chave: Nutrientes; Consumo de Alimentos; Gravidez; Antropometria; Peso ao Nascer; Recém-Nascido.

ABSTRACT

SOUZA, R.C.V. **The influence of nutrients intake during pregnancy on baby's anthropometric measurements at birth.** 2021. 106 p. Dissertation (Master in Health Sciences) - Faculty of Medicine, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Introduction: Maternal food intake during pregnancy, which could interfere in the baby anthropometric measurements at birth, represents one of the most important modifiable factors for child health. Therefore, a systematic review was performed, and a search without publication time limits was carried out in the Cinahl, Embase, Pubmed, Scopus, Web of Science databases, and a manual search in reference studies. The important pregnancy nutrients and the main baby anthropometric measurements at birth were included as descriptors. Observational studies in English, Portuguese and Spanish were included as well. The quality analysis of the studies was carried out in duplicate by two independent reviewers using the STROBE tool (STrengthening the Reporting of OBservational Studies in Epidemiology). The review included 30 articles, with 15.39 (SD 2.36) points of quality (maximum value: 22). 36 associations were found: 17 works with direct associations between nutrient intake and newborn anthropometric data; 8 with inverse associations and 11 articles showed no significant associations. Calcium, magnesium and vitamin C intake directly influenced the baby birth weight, while carbohydrate intake presented an inverse influence. **Objective:** To evaluate the influence of nutrients intake during pregnancy on the baby anthropometric measurements at birth. **Methods:** A cross-sectional study was performed with 626 mother-infant pairs hospitalized in a rooming-in unit of a reference public maternity in a Brazilian metropolis. Maternal food intake was measured through a validated food frequency questionnaire. A descriptive analysis and some tests were performed: Kolmogorov-Smirnov, T-Student, ANOVA, Spearman's correlations and multiple linear regression. The regression was adjusted by maternal energy intake, education, gestational age, physical activity, and supplementation during pregnancy. **Results:** Maternal intake of vitamins B3 and C was associated with birth weight increase ($\beta=0.01$; 95% CI 0.01–0.02; $p=0.01$ and $\beta=0.01$; CI 0.01–0.02; $p=0.02$, respectively). Higher maternal pre-pregnancy body mass index ($\beta=0.01$; 95% CI 0.01–0.02; $p=0.001$), gestational weight gain ($\beta=0.02$; 95% CI 0.01–0.02; $p<0.001$), parity ($\beta=0.05$; 95% CI 0.02–0.09; $p=0.001$) and male babies ($\beta=0.08$; 95% CI 0.01–0.02; $p=0.02$) also influenced birth weight positively ($R^2=0.27$; $p<0.001$). There was no association with other nutrients ($p>0.05$). **Conclusion:** The systematic review showed a considerable influence of the intake of calcium, magnesium, vitamin C and carbohydrates on the baby birth weight. Moreover, the cross-sectional study detected a positive contribution of maternal intake of vitamins B3 and C to the same outcome, denoting the importance of nutritional counseling during pregnancy.

Key words: Nutrients; Food Consumption; Pregnancy; Anthropometry; Birth Weight; Infant, Newborn.

LISTA DE FIGURAS

Revisão de Literatura

Artigo 1

Fig. 1. Flow diagram illustrating the screening process of eligible studies for the present systematic review of influence of nutrients intake during pregnancy on baby's anthropometric measurements at birth 43

Modelo conceitual

Figura 1. Modelo conceitual dos fatores associados aos dados antropométricos do bebê ao nascimento, utilizado na presente dissertação 52

Métodos

Figura 2. Fluxograma do processo de inclusão das puérperas consideradas elegíveis para o estudo 64

Figura 3. Variáveis utilizadas para a análise de associação entre o peso ao nascer e as características maternas e do bebê..... 67

Artigo 2

Fig. 1 Spearman's correlation between birth weight and maternal intake of Vitamin B3 and Vitamin C, gestational weight gain, body mass index and parity 92

LISTA DE QUADROS

Métodos

Quadro 1. Critérios para classificação do nível de atividade física (<i>Institute of Medicine, 2002</i>)	61
Quadro 2. Equações para estimar a necessidade energética para gestantes por trimestre (<i>Institute of Medicine, 2009</i>)	63

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Table 1. Scores and percentages of quality of articles based on STROBE (STrengthening the Reporting of OBServational studies in Epidemiology) criteria	44
Table 2. Characteristics of observational studies with maternal nutrients intake during pregnancy and baby's anthropometric measurements	45
Table 3. Summary of articles associations that assessed the influence of nutrients intake during pregnancy on the baby's anthropometric measurements at birth	49

Métodos

Tabela 1. Informações da nutriz e seu filho utilizadas nas análises e suas respectivas categorizações. Belo Horizonte/MG, 2018-2019	60
Tabela 2. Recomendações de ingestão de nutrientes durante a gestação (<i>Dietary Reference Intake, Institute of Medicine</i>)	65

Artigo 2

Table 1 Main maternal characteristics according to baby's birth weight (n=626)	89
Table 2 Inadequacy of daily maternal nutrient intake during pregnancy (n=626)	90
Table 3 Final multiple linear regression model of factors associated with birth weight (2018-2019)	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

24HR	<i>24 h dietary recalls</i>
AGA	<i>Appropriate for Gestational Age</i>
AI	<i>Adequate Intake</i>
AIDS	<i>Acquired Immunodeficiency Syndrome</i>
ALA	<i>α-Linolenic Acid</i>
AMDR	<i>Acceptable Macronutrient Distribution Range</i>
β a	<i>adjusted beta</i>
BMI	<i>Body Mass Index</i>
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEP	Código de Endereçamento Postal
CI	<i>Confidence Interval</i>
cm	centímetros
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CINAHL	<i>Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature</i>
DHA	<i>Docosapentaenoic Acid</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
DP	Desvio-padrão
DRI	<i>Dietary Reference Intake</i>
EAN	Educação Alimentar e Nutricional
EAR	<i>Estimated Average Requirement</i>
EMBASE	Base de dados eletrônica da Editora <i>Elsevier</i>
EER	<i>Estimate Energy Requirement</i>
EPA	<i>Eicosapentaenoic Acid</i>
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais
FFQ	<i>Food Frequency Questionnaire</i>
FHEMIG	Fundação Hospitalar de Minas Gerais
g/d	gramas por dia
GA	<i>Gestational Age</i>
GPG	Ganho de Peso Gestacional
GWG	<i>Gestational Weight Gain</i>
IC	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corporal

IQR	Intervalo Interquartil
IQR	<i>Interquartile Range</i>
kcal/dia	quilocaloria por dia
kg	quilograma
LBW	<i>Low Birth Weight</i>
LGA	<i>Large for Gestational Age</i>
mcg/d	microgramas por dia
MG	Minas Gerais
mg/d	miligramas por dia
MOV	Maternidade Odete Valadares
MUFA	<i>Monounsaturated Fatty Acids</i>
NM	<i>Not Mentioned</i>
OR	<i>Odds Ratio</i>
PNAISC	Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Criança
PNAISM	Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Mulher
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Ongoing Systematic Reviews</i>
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
PUBMED	Serviço de Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos para acesso gratuito ao <i>Medline</i>
PUFA	<i>Polyunsaturated Fatty Acids</i>
QFA	Questionário de Frequência Alimentar
RDA	<i>Recommended Daily Allowance</i>
SCOPUS	Base de dados de resumos e citações de literatura científica
SD	<i>Standard Deviation</i>
SIDA	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
SGA	<i>Small for Gestational Age</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
STROBE	<i>STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology</i>
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USA	<i>United States of America</i>
VET	Valor Energético Total
vs.	<i>Versus</i>

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é composta por introdução, revisão de literatura, objetivos, métodos, resultados e discussão (sob a forma de um artigo com dados primários) e considerações finais. Anexos e apêndices complementam o volume.

As referências bibliográficas são apresentadas após cada sessão da dissertação, de acordo com as normas Vancouver ou conforme as recomendações específicas dos periódicos para os quais os artigos foram submetidos.

O formato da dissertação atende as diretrizes da resolução 03/2010, do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1 Artigo 1.....	24
2.2. Modelo conceitual da dissertação.....	50
3 OBJETIVOS.....	55
3.1 Objetivo Geral.....	56
3.2 Objetivos Específicos.....	56
4 MÉTODOS.....	57
4.1 Local do estudo.....	58
4.2 Delineamento e amostra do estudo.....	58
4.3 Coleta de dados e variáveis estudadas.....	59
4.4 Consumo alimentar materno durante a gestação.....	62
4.5 Análise estatística dos dados.....	65
4.6 Aspectos éticos.....	67
4.7 Financiamento.....	67
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
5.1 Artigo 2.....	73
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
ANEXOS.....	98
APÊNDICES.....	102

Introdução

1 INTRODUÇÃO

O consumo alimentar materno durante a gestação tem impacto substancial em diversos resultados ao nascimento, já que influencia diretamente no crescimento, maturação e desenvolvimento fetal¹. A ingestão recomendada de nutrientes nessa fase, resulta na transferência adequada ao feto, com conseqüente prevenção de ganho de peso gestacional inadequado, defeitos congênitos, prematuridade, parto cesáreo, retenção de peso pós-parto e de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis na vida adulta, como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares²⁻⁴.

Alguns nutrientes específicos desempenham ainda papéis cruciais no crescimento e desenvolvimento do bebê, como as vitaminas C e E, que são importantes micronutrientes antioxidantes, cujo consumo inadequado pode resultar em desfechos desfavoráveis ao nascimento, tendo em vista a associação do estresse oxidativo durante a gestação com o peso do bebê ao nascer⁴. Já dentre os macronutrientes, a ingestão de ácidos graxos essenciais, como o ômega-3 e suas frações, que além dos benefícios para a mãe, desempenham funções no desenvolvimento neurocomportamental, função imunológica, crescimento, saúde mental e metabólica da criança a longo prazo⁵.

Diante do exposto, a avaliação e monitoramento do consumo alimentar merece destaque em todos os níveis de atenção à saúde da gestante, sobretudo durante o pré-natal, já que representa um dos poucos fatores que podem ser controlados e modificados durante a gravidez^{1,2}. Adicionalmente, a literatura demonstra elevada inadequação de diversos nutrientes durante a gestação, mesmo com alcance apropriado dos requerimentos energéticos^{1,3,6,7}, provavelmente decorrente de escolhas de alimentos com baixa densidade nutricional e alto teor energético^{1,8}.

Dados da última Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF/2017-2018)⁹ demonstraram que, entre mulheres de 19 a 59 anos, a prevalência de inadequação de ingestão nutrientes foi superior a 50% para cálcio, magnésio, vitaminas A, B1, B2, B6, D e E. Prevalências de inadequação menores que 15%, para a mesma faixa etária, foram verificadas apenas para fósforo e cobre. Entre gestantes brasileiras, Silva Neto *et al.*⁷ identificaram inadequação de ingestão superior a 50% em todos os micronutrientes estudados (vitaminas A, C e E, selênio, cobre e zinco), sendo que a ingestão de vitamina A correlacionou-se positivamente com o peso ($r=0,11$; $p=0,04$) e comprimento nascer ($r=0,12$; $p=0,04$) e a ingestão de selênio com o peso ao nascer ($r=0,13$; $p=0,02$).

Cumprer destacar que mesmo com uma importância metabólica, alguns nutrientes, como proteínas e zinco, não demonstram influência significativa nos dados antropométricos do bebê ao nascimento ou possuem resultados contraditórios^{1,10,11}. Uma das hipóteses desses achados é a diferença metodológica entre os estudos e uma concentração de trabalhos que consideram determinados nutrientes (como alguns macronutrientes e minerais) e desfechos (como o peso ao nascer)^{12,13}.

Outro ponto que deve ser ponderado é que os dados antropométricos do recém-nascido, como o peso e comprimento ao nascer, perímetro cefálico e peso para idade gestacional, fazem parte de uma rede complexa de causalidade, e podem ser influenciados por diversos fatores relacionados aos pais. Dentre essas características, destacam-se as genéticas, o estado nutricional materno pré-gestacional e os hábitos alimentares e estilo de vida antes da gravidez^{1,3}. A exposição fetal ao excesso de peso pré-gestacional materno, por exemplo, pode resultar em consequências na infância, por estar diretamente relacionada com a adiposidade do recém-nascido e falhas em regulações epigenéticas^{6,14}.

Nesse cenário, as evidências que envolvem esse assunto ainda são inconclusivas, visto que os resultados de estudos individuais são divergentes e há escassez de trabalhos que avaliem amplamente essa temática nos países em desenvolvimento. Assim, torna-se necessário uma melhor compreensão do impacto da ingestão de macro e micronutrientes no período gestacional nos parâmetros de crescimento do recém-nascido, para oportunizar o aprimoramento e implantação de políticas públicas direcionadas às recomendações de consumo de alimentos e ingestão de nutrientes específicos antes e durante a gestação e assim, contribuir para a prevenção de desfechos desfavoráveis ao nascimento.

Com essa perspectiva, o presente estudo analisou a influência da ingestão de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do bebê ao nascimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. *Nutrients* 2019; 11(2):E443.
2. Koletzko B, Godfrey KM, Poston L, Szajewska H, van Goudoever JB, de Waard M, Brands B, Grivell RM, Deussen AR, Dodd JM, Patro-Golab B, Zalewski BM, EarlyNutrition Project Systematic Review Group. Nutrition During Pregnancy, Lactation and Early Childhood and its Implications for Maternal and Long-Term Child Health: The Early Nutrition Project Recommendations. *Ann Nutr Metab* 2019; 74(2):93-106.

3. Hjertholm KG, Iversen PO, Holmboe-Ottesen G, Mdala I, Munthali A, Maleta K, Shi Z, Ferguson E, Kamudoni P. Maternal dietary intake during pregnancy and its association to birth size in rural Malawi: A cross-sectional study. *Matern Child Nutr* 2018; 14:e12433.
4. Lee BE, Hong YC, Lee KH, Kim YJ, Kim WK, Chang NS, Park EA, Park HS, Hann HJ. Influence of maternal serum levels of vitamins C and E during the second trimester on birth weight and length. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58(10):1365-1371.
5. Angkasa D, Tambunan V, Khusun H, Witjaksono F, Agustina R. Inadequate dietary α -linolenic acid intake among Indonesian pregnant women is associated with lower newborn weights in urban Jakarta. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(1):S9-S18.
6. Stråvik M, Jonsson K, Hartvigsson O, Sandin A, Wold AE, Sandberg AS, Barman M. Food and Nutrient Intake during Pregnancy in Relation to Maternal Characteristics: Results from the NICE Birth Cohort in Northern Sweden. *Nutrients* 2019; 11(7):1680.
7. Silva Neto LGR, Tenório MB, Ferreira RC, Oliveira ACM. Intake of antioxidants nutrients by pregnant women: Associated factors. *Rev Nutr* 2018; 31(4):353-362.
8. Darmon N, Darmon M, Maillot M, Drewnowski A. A nutrient density standard for vegetables and fruits: nutrients per calorie and nutrients per unit cost. *J Am Diet Assoc* 2005; 105(12):1881-1887.
9. Brasil. Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. IBGE:2019. [acesso 2020 nov. 20]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>
10. Morisaki N, Nagata C, Yasuo S, Morokuma S, Kato K, Sanefuji M, Shibata E, Tsuji M, Senju A, Kawamoto T, Ohga S, Kusuhara K, Japan Environment and Children's Study Group. Optimal protein intake during pregnancy for reducing the risk of fetal growth restriction: the Japan Environment and Children's Study. *Br J Nutr* 2018; 120(12):1432-1440.
11. Khoushabi F, Saraswathi G. Association Between Maternal Nutrition Status and Birth Weight of Neonates in Selected Hospitals in Mysore City, India. *Pak J Nutr* 2010; 9(12):1124-1130.
12. Blumfield ML, Hure AJ, Macdonald-Wicks L, Smith R, Collins CE. A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutri Rev* 2013; 71(2):118-132.
13. Christian P. Micronutrients, birth weight, and survival. *Annu Rev Nutr* 2010; 30:83-104.

14. Borg S ter, Koopman N, Verkaik-Kloosterman J. Food Consumption, Nutrient Intake and Status during the First 1000 Days of Life in The Netherlands: A Systematic Review. *Nutrients* 2019; 11(4):860.

Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

O presente tópico apresenta as principais contribuições da literatura científica para o desenvolvimento deste estudo, por meio de uma revisão sistemática, considerando os achados da influência da ingestão materna de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do bebê ao nascimento, além do modelo conceitual adotado para a presente dissertação.

A revisão sistemática foi aceita para publicação na revista *Journal of Tropical Pediatrics*, Qualis Capes B2 para Nutrição e Medicina 2 (Anexo A).

2.1 Artigo 1

The influence of nutrients intake during pregnancy on baby's birth weight: a systematic review

Rafaela Cristina Vieira e Souza¹, Cristianny Miranda¹, Larissa Bueno Ferreira¹, Luana
Caroline dos Santos¹

1. Federal University of Minas Gerais, School of Nursing, Department of Nutrition. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.


Rafaela Cristina Vieira e Souza

 <https://orcid.org/0000-0003-2212-3776>

Cristianny Miranda

 <https://orcid.org/0000-0002-6962-5784>

Larissa Bueno Ferreira

 <https://orcid.org/0000-0002-2123-4311>

Luana Caroline dos Santos

 <https://orcid.org/0000-0001-9836-3704>

The influence of nutrients intake during pregnancy on baby's birth weight: a systematic review

ABSTRACT

Background and Objective: Maternal food intake during pregnancy can substantially interfere in the baby's anthropometric measurements at birth. Our objective was to perform a systematic review that investigate the influence of nutrient intake via food during pregnancy on the baby's anthropometric measurements at birth.

Methods: A search was performed without time limits on Cinahl, Embase, Pubmed, Scopus and Web of Science databases and manual on studies references. All nutrients and baby's anthropometric measurements at birth were included as descriptors.

Results: 30 articles were included, the majority of prospective cohort studies, with 15.39 (2.36) quality points (maximum value: 22). Thirty-six results of associations were found, of witch 17 studies had direct associations between nutrient intake and birth outcomes. Inverse associations were identified in 8 studies and 11 articles showed no significant associations in all analyses. Maternal food intake of vitamin C, calcium and magnesium during pregnancy seems to have a positive influence on the baby's birth weight, while carbohydrate intake have an inverse association with the same outcome.

Conclusion: It is suggested that vitamin C, calcium, magnesium and carbohydrates influence on baby's birth weight. So, these specific nutrients needs more attention to the consumption, in addition to carried out new studies, with robust methodologies for measuring maternal food consumption and considering the several factors that can interfere in this assessment.

Registration: This review has been registered to the PROSPERO (International prospective register of systematic reviews) (ID: CRD42020167889).

Keywords: Nutrients, Food Consumption, Pregnancy, Anthropometry, Newborn.

INTRODUCTION

Anthropometric measurements at birth act on the health prognosis of the child, as birth weight and length, head circumference and anthropometric index of weight/gestational age and their classifications. Such measurements have been used as a growth indicator to predict the development of future diseases, such as type 2 diabetes and hypertension [1,2]. Taking that into consideration, maternal food intake during pregnancy represents one of the most important modifying factors for the child's health, and it can substantially interfere in the baby's anthropometric measurements at birth [2].

Scientific evidence points out the importance of adequate nutrition during pregnancy. However, studies show that pregnant women do not consume a sufficient amount of micronutrients. It is estimated that around 32 million pregnant women worldwide lack especially iron, 19 million in vitamin A, and millions lack folate, zinc, and iodine [3]. Also, the intake of excessive calories and macronutrients during pregnancy can be as harmful as the lack of them, as it increases the possibility of inadequate gestational weight gain, followed by a higher risk of miscarriage, pre-eclampsia, and gestational diabetes [4].

In this perspective, several studies [5-9] have evaluated how maternal food consumption during pregnancy can influence the anthropometric measurements of the newborn, showing contradictory results.

In a prospective cohort study conducted in Canada, Stephens *et al.* [6] showed an inverse association between maternal macronutrients intake and birth weight. A cross-sectional research [7] carried out in twenty Indian hospitals with 500 pregnant women showed that the lowest protein consumption was directly associated with low birth weight (LBW) - <1500 kcal/day and <40g/day, respectively. For micronutrients, a longitudinal study [5], carried out with 169 Australian women, pointed out that the intake of magnesium, zinc and calcium was not associated with birth weight and head circumference. On the other hand, a cross-sectional

design research [7] showed that the low intake of some minerals was directly associated with LBW.

The newborn's anthropometry represents a fundamental parameter related to adequate survival, growth, and development in the public health care context. A better understanding of the influence of food intake of nutrients during pregnancy on baby's anthropometric measurements may have important implications for maternal and child health, enabling effective prenatal care interventions.

Considering the scarcity of recent reviews addressing this issue and the divergences shown in the results of the studies, the influence of maternal macro and micronutrient intake via food during pregnancy, on baby's anthropometric measurements at birth, was systematically reviewed.

MATERIALS AND METHODS

Article eligibility

This systematic review evaluated the influence of maternal macro and micronutrients intake during pregnancy on baby's anthropometric measurements at birth. In line with the development of written production, we used the instruments PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) and the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [10,11].

To guide the bibliographic search, the anagram PECOS (Population, Exposure, Comparator, Outcomes and Study design) [11] was used strategically to create the research question, with the subjects were pregnant women, the exposure was the intake of macro and micronutrients via food during pregnancy, the outcome was the baby's anthropometric measurements at birth: weight, length, head circumference and the classifications of the weight/gestational age index - small for gestational age (SGA, birth weight <10th percentile),

appropriate for gestational age (AGA, birth weight between 10 and 90 percentile) and large for gestational age (LGA, birth weight >90 percentile) and the design was observational studies.

Search methods

This search was conducted with the assistance of a librarian and two reviewers on the bibliographic databases: Cinahl, Embase, Pubmed, Scopus, Web of Science and in the references of the main studies to identify additional works that were not indexed in those databases.

The descriptors included and text words were used in all titles, abstracts and keywords databases. The descriptors were: pregnancy, food consumption, food intake, prenatal nutrition, maternal diet, nutrients, macronutrients, micronutrients, carbohydrates, dietary fibers, proteins, dietary fats, saturated fatty acids, unsaturated fatty acids, docosahexaenoic acids, eicosapentaenoic acids, alpha-linolenic acid, omega-3 fatty acids, omega-6 fatty acids, calcium, copper, dietary iron, folic acid, dietary phosphorus, magnesium, manganese, potassium dietary, selenium, dietary sodium, zinc, vitamins A, B1, B2, B3, B5, B6, B7, B12, C, D and E, birth weight, low birth weight, macrosomia, weight for age, weight for gestational age, small for gestational age, appropriate for gestational age, large for gestational age, length at birth, head circumference, and their respective translations and synonyms words. All the articles published until June 2020 were examined.

Selection of studies

Observational studies published in Portuguese, English or Spanish, which evaluated were considered eligible. Studies that did not specifically analyze maternal food intake of nutrients, such as those that dealt with isolated analysis of specific foods or food groups, supplementation, dietary pattern and diet quality index were excluded. Articles that investigated

subjects samples likely to skew the final result, such the ones composed of obese women or adolescents, or subjects who presented comorbidities during pregnancy, studies about animals and works that performed qualitative analyzes were also excluded. Conference papers, reviews, editorials and commentaries not published as a article, were desconsidered to the review. Moreover, studies that measured maternal food consumption through the analysis of biomarkers were excluded, due to the nutritional exposure [12] provided by the serum assessment.

Studies that evaluated food consumption stratifying the analyzes by period, the closest moment to delivery was chosen because maternal food intake [13] may be hindered by the frequent nausea and vomiting of the first trimester of pregnancy.

The references were exported to the EndNote Web® program in order to organize them and eliminate duplicates. Two authors (R.C.V.S. and C.M.) read the title, abstract and keywords independently. After the initial selection, the Kappa test was performed to assess agreement between evaluators, for which the Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS) version 19.0 was used. The criteria of Byrt [14] were adopted to classify the result of the test. The articles with discordant evaluations (n=24) were analyzed by a third reviewer (L.C.S.), to carry out the final analysis, which consisted of reading the full texts.

Analysis of quality and risk of bias

The quality of the selected articles was assessed by two independent reviewers (R.C.V.S and C.M.) using the STROBE tool (STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology) [15], 22 points being the maximum score that can be achieved. Thus, according to the analysis of quality, after screening checks, studies that presented less than 50% [16,17] of the essential items that should be described in observational studies were excluded.

Data extraction

Data extraction was performed in duplicate by two authors (R.C.V.S and C.M.) and in the case of disagreement, a consensus was reached by the third reviewer (L.C.S).

RESULTS

1979 articles were found, via Cinahl (n=156), Embase (n=226), Pubmed (n 270), Scopus (n=1,105), Web of Science (n=220) and manual search (n=2). After discarding duplicates (n=254) and reading the title, abstract and keywords, 134 studies were included for a full-text reading. There was a almost perfect inter-rater agreement (Kappa=0.893) [14]. Subsequently, 104 articles that did not meet the eligibility or quality criteria [16,17] were excluded. Finally, the final sample consisted of 30 articles (Figure 1).

According to Table 1, the average and standard deviation (SD) of the quality score of the works was 15.39 (2.36) points. It is noteworthy that the studies that reached percentages above 80% according to the STROBE tool [15], were cross-sectional and population-based cohort studies. In addition, 20 studies presented a longitudinal design [5,6,8,9,19,21,23,24,26,29,31,33,35-42] and the 10 were cross-sectional [7,18,20,22,25,27,28,30,32,34].

Table 2 shows the main characteristics extracted from the evaluated studies, published between 1999 and 2019. Regarding the origin of the studies, 13 of them were carried out in Asia [7,18,21,23,24,27,29,30,33-35,37,38], 06 in Europe [9,19,26,32,39,42], 05 in North America [6,8,31,40,41], 04 in Oceania [5,20,28,36] and 01 in Africa [22] and South America [25]. The sample size ranged from 77 [39] to 91,637 women [24], with nine studies showing sample sizes greater than 1,000 participants [18,19,21,23,24,26,30,31,41].

Mean maternal age ranged from 22.3 (SD 4.9) [41] to 33.5 (SD 4.4)[20] years and 11 articles did not present this data [6,8,18,19,22,24,27,30,39,40,42].

As for the method of assessing food consumption, five different instruments were used: food frequency questionnaire (n=15) [5,6,8,18-20,24,27-30,32,35,37,40], 24 hour-food recall (n=13) [7,18,21,22,23,25,26,30,31,34,36,37,41], food diary (n=3) [9,39,42], food record (n=2) [33,36] and diet-history of the previous month (n=1) [38]. Most instruments (n=13) were applied only one time during pregnancy [5,7,8,18,20,22,27,29,32,34,35,40,42], being the third gestational trimester the most frequent (n=19) [5-7,9,18-23,27,31,33,36-39,41,42]. Two articles did not mention when maternal food consumption data were obtained [25,28].

To assess the maternal intake of macronutrients and its fractions, three studies analyzed the relevant percentage of the total energy value [20,24,28], while the others presented them through daily food consumption, in grams or micrograms (data not shown).

In all selected articles, researchers [27], nurses [5,9,22,31,34,37] obstetricians or collaborators [8,40] took the baby's anthropometric measurements or this information was obtained from medical records [6,18-21,23-26,28-30,33,35,36,41]. Five studies [7,39,32,38,42] did not mention the professional who took the measurements.

The main ones variables used as controlling confounders on the studies analysis were: newborn sex, gestational age, parity, maternal age, energy intake, level of education, pre-gestational body mass index (BMI), smoking and maternal height. Six articles [6,7,25,29,33,37] did not mention that information.

Direct associations were identified among the main results, predominantly between the intake of protein [7,39], vitamin C [22,42], calcium [7,35], and magnesium [7,36] and birth weight. In the study carried out by Cuco *et al.* [39], an increase of 1 g in daily protein intake was directly associated with an increase of 7.8 g in the baby's birth weight (95% CI 0.80–14.70; $p < 0.05$). Additionally, in the study by Khoushabi and Saraswathi [7], protein consumption lower than 40g/day was associated with LBW ($p < 0.001$).

Regarding vitamins and minerals, Hjertholm *et al.* [22] and Mathews *et al.* [42] investigated the prospective effects of vitamin C intake on the birth weight ($\beta_a=1.40$; 95% CI 0.60–2.30; $p<0.01$ and $\beta_a=50.80$; 95% CI 4.60–97.0; $p=0.03$, respectively). In the research by Khoushabi and Saraswathi [7], observed that pregnant women who gave birth to newborns with appropriate weight had a higher consumption of calcium and magnesium than those who had babies with LBW ($p=0.001$). Bawadi *et al.* [35] found a direct association between calcium consumption and birth weight ($\beta_a=0.08$; $p=0.03$), and similar findings were verified by another study [36].

Concerning the inverse associations, the consumption of carbohydrates [6,36] and proteins [6,24,41] stand out. Watson and McDonald [36] pointed out a 14g reduction in birth weight when the consumption of carbohydrates increased from the lowest to the highest quartile ($p=0.03$) during the third gestational trimester. Stephens *et al.* [6] also found an inverse correlation between birth weight and carbohydrates ($r=-0.15$; $p<0.05$).

Morisaki *et al.* [24] showed that maternal protein intake of less than or equal to 12% of the total energy value was associated with increased birth weight and a lower risk of SGA. Sloan *et al.* [41] found a reduction in birth weight when protein intake was greater than 70g/day ($\beta_a=-0.03$; $p=0.01$). Similarly, Stephens *et al.* [6] reported an inverse correlation between maternal protein intake and birth weight ($r=-0.22$; $p<0.01$).

It was also observed that 11 articles had no association in all analyses between nutrients intake during pregnancy and the outcomes [5,9,19,26,28,31-33,37,38,40].

Table 3 presents the systematic results of the associations (direct, inverse or without association) between macro and micronutrients intake during pregnancy and the anthropometric measurements of the newborn. In the 30 articles included, 36 associations were found. There is a predominance of direct associations ($n=17$) between nutrients intake and the anthropometric

measurements of the newborn. Inverse associations were found in 8 studies and 11 articles showed no significant association in all analyses (Table 3).

DISCUSSION

This study investigated observational studies that assessed the impact of maternal macro and micronutrient via food intake during pregnancy on the baby's anthropometric measurements at birth. The results indicate that maternal intake of vitamin C, calcium, magnesium and carbohydrates, may influence on birth weight. Such results corroborate the authors' hypothesis that adequate maternal nutrients intake would result in better outcomes at birth, as demonstrated in a recently published review analysis [43].

The positive associations that lead to better results in birth weight can be explained by the essential roles of some nutrients, such as vitamin C, which acts in cellular defense against increased oxidative stress during pregnancy. Antioxidant defense systems, which are enhanced with food intake of some vitamins, as is primarily the case of vitamin C, are vital in protecting tissues and cells from damage caused by oxidative stress. An imbalance in the execution of these defense mechanisms can directly affect pregnancy outcomes, including delayed fetal growth [21]. Another hypothesis is that vitamin C acts as a co-factor in collagen biosynthesis and it benefits the development of the newborn's cartilage and bones [21].

Magnesium has a fundamental function in physiological reactions, such as protein synthesis, in addition to being involved in several metabolic processes, such as bone formation and cellular energy development. The deficiency of this nutrient has unfavorable effects on the hematological system, reducing placental vascular flow and therefore, there are potential implications for fetal growth and development [36,44].

The main feature of calcium metabolism during pregnancy is its active placental transport to the fetus. Complications may happen when this transport is not performed properly,

such as restricted intrauterine growth, LBW, deficient bone mineralization, and premature birth [45]. Studies suggest that ionized calcium is transferred from the mother to the fetus at a rate of 50 mg/day in early pregnancy to 330 mg/day in the last trimester [46], and it is directly related to the growth of the fetal skeleton, which positively impacts birth weight [35].

Carbohydrate consumption was associated with a higher risk of LBW, when in high proportions. One of the hypotheses postulated by the studies [36] is that diets with a high proportion of this macronutrient (about 71% of the total energy value) can overload the adenosine triphosphate system, increase the production of free radicals, DNA damage and thus, decrease cell division and growth. Another association studied [28] is that in addition to quantity, the quality of maternal carbohydrate intake during pregnancy can lead to high glycemic peaks, influence the supply of fetal glucose and the intrauterine growth.

Other nutrients have non-consensual associations, such as protein. One study [39] suggests that protein is the macronutrient that has the greatest effect on a child's birth weight. On the other hand, literature demonstrates [6,41] that protein consumption higher than recommended, results in a reduction in the placental transport of amino acids, which can result in reduced protein synthesis and anthropometric measurements at birth. Because of these controversies, the importance of adequate protein consumption must be considered, since it is essential for implantation, placental growth, angiogenesis, the transfer of nutrients from the mother to the fetus, and adequate embryonic growth and development [47].

The ideal balance of macro and micronutrients to achieve appropriate infant outcomes at birth can be influenced by several variables, such as the still-unknown interaction between nutrients, different methods of measuring food consumption, and adjustments due to confounding factors. In this sense, some explanations were postulated to clarify the inconsistencies and absence of associations found in some works.

The complexity in assessing individual or population food consumption may have interfered in the results, since the dietary variability by location, different forms of food preparations, and the metabolic interaction between the nutrients must be considered [43]. It is important to highlight that the synergistic relationships and interactions that happen between macro and micronutrients are little known in the short and long term [43] until the moment of this study.

Some studies tend to focus on analyze isolated nutrients [18,20,21,23,27,28,30,34,41]. Although some nutrients are important, they are rarely reported in the literature, such as complex B vitamins, manganese and selenium [49]. It is also worthy to note the limited number of studies that used the baby's anthropometric indexes (SGA, AGA and LGA), which are clinically very important, since they are directly related to neonatal mortality [50]. The difficulty in tracking studies using these nutrients and anthropometric measurements of the baby makes new studies of systematic review and meta-analysis prioritize specific outcomes in their performance, such as birth weight [43,51].

During the evaluation of maternal food consumption, five different instruments were used and this variation can hinder the comparison between the studies. Furthermore, the lack of methodological care related to possible confounding factors associated with nutrients, such as maternal nutritional status, gestational weight gain, and use of supplementation during pregnancy, are not always considered by the primary articles and can corroborate inconsistent results [43].

Strengths and limitations should be considered when interpreting the findings of this review. The methodological heterogeneity between the studies made it impossible to perform the quantitative synthesis, however, it must be emphasized that this is the first study in which a comprehensive search of nutrients and baby's anthropometric measurements at birth was carried out through a peer-review protocol. This protocol enabled a critical assessment of the

dietary methods and methodological quality of each selected study, allowing only reliable studies to be included and minimizing the bias associated with observational studies.

CONCLUSION

The findings of this systematic review suggest that maternal intake of vitamin C, calcium, magnesium and carbohydrate may influence on birth weight. A greater understanding of the mechanisms that influence the relationship between maternal intake of nutrients and birth weight may provide a basis for the development of dietary guidelines, prioritizing the consumption of foods which have greater bioavailability of these specific micronutrients, such as milk, fruits, dark green vegetables, and nuts.

In case of difficulties in reaching the nutrient amount through diet, the possibility of supplementing these micronutrients should be considered, considering the positive outcomes for maternal and child health in the short and long terms. It is also important to evaluate the quality and quantity of carbohydrate intake, for better results at birth. To provide consistent new recommendations, randomized clinical trials and population-based longitudinal studies are suggested. Such studies should evaluate food consumption at different periods before and during pregnancy and its role in all anthropometric results at birth.

DECLARATIONS

Funding: The current research was supported by Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (grant number APQ-01782-10) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (productivity scholarship - grant number 301555/2019-2). Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico had no role in the design, analysis or writing of this article.

Acknowledgements: None.

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

REFERENCES

1. Grieger JA, Clifton VL. A Review of the Impact of Dietary Intakes in Human Pregnancy on Infant Birthweight. *Nutrients* 2015;7:153-78.
2. Loy SL, Marhazlina M, Jan JMH. Association between Maternal Food Group Intake and Birth Size. *Sains Malaysiana* 2013;42:1633-40.
3. World Health Organization (2015). Multiple micronutrient supplements in pregnancy: implementation considerations for successful integration into existing programmes. Geneva: World Health Organization. https://www.who.int/nutrition/events/2015_2015_consultation_microsupp_pregnancy_18to20aug15/en/. (20 August 2020, date last accessed).
4. Marangoni F, Cetin I, Verduci E, *et al.* Maternal Diet and Nutrient Requirements in Pregnancy and Breastfeeding. An Italian Consensus Document. *Nutrients* 2016;8:629.
5. Hyde NK, Brennan-Olsen SL, Wark JD, *et al.* Maternal Dietary Nutrient Intake During Pregnancy and Offspring Linear Growth and Bone: The Vitamin D in Pregnancy Study. *Calcif Tissue Int* 2016;100:47-54.
6. Stephens TV, Woo H, Innis SM, *et al.* Healthy pregnant women in Canada are consuming more dietary protein at 16 and 36 wk gestation than currently recommended by the Dietary Reference Intakes (DRI), primarily from dairy food sources. *Nutr Res* 2014;34:569-76.
7. Khoushabi F, Saraswathi G. Association Between Maternal Nutrition Status and Birth Weight of Neonates in Selected Hospitals in Mysore City, India. *Pak J Nutr* 2010;9:1124-30.
8. Lagiou P, Mucci L, Tamimi R, *et al.* Micronutrient intake during pregnancy in relation to birth size. *Eur J Nutr* 2005;44:52-9.

9. Langley-Evans AJ, S C Langley-Evans. Relationship between maternal nutrient intakes in early and late pregnancy and infants weight and proportions at birth: prospective cohort study. *J R Soc Promot Health*, 2003;123:210-16.
10. Higgins JPT, Green S. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Version 5.1.0(updated March 2011). The Cochrane Collaboration. 2011. <http://handbook.cochrane.org> (26 August 2020, date last accessed).
11. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Plos Medicine* 2009;6:e1000097.
12. Potischman N, Freudenheim JL. Biomarkers of Nutritional Exposure and Nutritional Status: An Overview. *J Nutr* 2003;133:873S-874S.
13. Lacroix R, Eason E, Melzack R. Nausea and vomiting during pregnancy: A prospective study of its frequency, intensity, and patterns of change. *Am J Obstet Gynecol* 2000;182:931-7.
14. Byrt T. How good is that agreement? (letter). *Epidemiol* 1996;7:561.
15. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, *et al.* Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *Int J Surg* 2014;12:1500-24.
16. Barreto AM, Marques ADB, Cestari VRF, *et al.* Efetividade do metronidazol no tratamento de odores em feridas tumorais. *Rev RENE* 2018;19:e3245.
17. Mendes KG, Theodoro H, Rodrigues AD, *et al.* Prevalência de síndrome metabólica e seus componentes na transição menopáusicas: uma revisão sistemática. *Cad Saude Publica* 2012;28:1423-37.
18. Li S, Liu D, Zhang R, *et al.* The association of maternal dietary folate intake and folic acid supplementation with small-for gestational-age births: a cross-sectional study in Northwest China. *Br J Nutr* 2019;122:459-67.

19. Günther J, Hoffmann J, Spies M, *et al.* Associations between the Prenatal Diet and Neonatal Outcomes – A Secondary Analysis of the Cluster-Randomised GeliS Trial. *Nutrients* 2018;11:1889.
20. Phang M, Dissanayake HU, McMullan RL, *et al.* Increased α -Linolenic Acid Intake during Pregnancy is Associated with Higher Offspring Birth Weight. *Curr Dev Nutr* 2018;3:nzy081.
21. Jang W, Kim H, Lee BE, *et al.* Maternal fruit and vegetable or vitamin C consumption during pregnancy is associated with fetal growth and infant growth up to 6 months: results from the Korean Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) cohort study. *Nutri J* 2018;17:105.
22. Hjertholm KG, Iversen PO, Holmboe-Ottesen G, *et al.* Maternal dietary intake during pregnancy and its association to birth size in rural Malawi: A cross-sectional study. *Matern Child Nutr* 2018;14:e12433.
23. Lee E, Kim H, Kim H, *et al.* Association of maternal omega-6 fatty acid intake with infant birth outcomes: Korean Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH). *Nutr J* 2018;17:47.
24. Morisaki N, Nagata C, Yasuo S, *et al.* Optimal protein intake during pregnancy for reducing the risk of fetal growth restriction: the Japan Environment and Children's Study. *Br J Nutr* 2018;120:1432-40.
25. Silva Neto LGR, Tenório MB, Ferreira RC, *et al.* Intake of antioxidants nutrients by pregnant women: Associated factors. *Rev Nutr* 2018;31:353-62.
26. Sharma SS, Greenwood DC, Simpson NAB, *et al.* Is dietary macronutrient composition during pregnancy associated with offspring birth weight? An observational study. *Br J Nutr* 2018;119:330-9.

27. Angkasa D, Tambunan V, Khusun H, *et al.* Inadequate dietary α -linolenic acid intake among Indonesian pregnant women is associated with lower newborn weights in urban Jakarta. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017;26:S9-S18.
28. Mckenzie KM, Dissanayake HU, McMullan R, *et al.* Quantity and Quality of Carbohydrate Intake during Pregnancy, Newborn Body Fatness and Cardiac Autonomic Control: Conferred Cardiovascular Risk? *Nutrients* 2017;9:E1375.
29. Pathirathna ML, Sekijima K, Sadakata M, *et al.* Impact of Second Trimester Maternal Dietary Intake on Gestational Weight Gain and Neonatal Birth Weight. *Nutrients* 2017;9:E627.
30. Yang J, Cheng Y, Pei L, *et al.* Maternal iron intake during pregnancy and birth outcomes: a cross-sectional study in Northwest China. *Br J Nutr* 2017;117:862-71.
31. Crume TL, Brinton JT, Shapiro A, *et al.* Maternal dietary intake during pregnancy and offspring body composition: The Healthy Start Study. *Am J Obstet Gynecol* 2016;215:609.
32. Silva LP, Cabo C, Moreira AC, *et al.* The Adjusted Effect of Maternal Body Mass Index, Energy and Macronutrient Intakes during Pregnancy, and Gestational Weight Gain on Body Composition of Full-Term Neonates. *Am J Perinatol* 2014;31:875-82.
33. Kubota K, Itoh H, Tasaka M, *et al.* Changes of maternal dietary intake, bodyweight and fetal growth throughout pregnancy in pregnant Japanese women. *J Obstet Gynaecol* 2013;39:1383-90.
34. Lee YA, Hwang JY, Kim H, *et al.* Relationships of maternal zinc intake from animal foods with fetal growth. *Br J Nutr* 2011;106:237-42.
35. Bawadi HA, Al-Kuran O, Al-Bastoni LAA, *et al.* Gestational nutrition improves outcomes of vaginal deliveries in Jordan: an epidemiologic screening. *Nutr Res* 2010;30:110-7.
36. Watson PE, McDonald BW. The association of maternal diet and dietary supplement intake in pregnant New Zealand women with infant birthweight. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:184-93.

37. Jaruratanasirikul S, Sangsupawanich P, Koranantakul O, *et al.* Influence of maternal nutrient intake and weight gain on neonatal birth weight: A prospective cohort study in southern Thailand. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2009;22:1045-50.
38. Watanabe H, Fukuoka H, Sugiyama T, *et al.* Dietary folate intake during pregnancy and birth weight in Japan. *Eur J Nutr* 2008;47:341-7.
39. Cuco G, Arija V, Iranzo R, *et al.* Association of maternal protein intake before conception and throughout pregnancy with birth weight. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006;85:413-42.
40. Lagiou P, Tamimi RM, Mucci LA, *et al.* Diet during pregnancy in relation to maternal weight gain and birth size. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:231-7.
41. Sloan NL, Lederman SA, Leighton J, *et al.* The effect of prenatal dietary protein intake on birth weight. *Nutr Res* 2001;21:129-39.
42. Mathews F, Yudkin P, Neil A. Influence of maternal nutrition on outcome of pregnancy: prospective cohort study. *BMJ* 1999;319:339-43.
43. Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. *Nutrients* 2019;11:E443.
44. Pourarian S, Jahromi BN, Takmil F. The Relationship between Maternal Serum Magnesium Level and Infant Low Birth Weight in Hafez Hospital, Shiraz, Iran. *Iran J Neonat* 2014;5:1-6.
45. Willemse JPMM, Meertens LJE, Scheepers HCJ, *et al.* Calcium intake from diet and supplement use during early pregnancy: the Expect study I. *Eur J Nutr* 2020;59:167-74.
46. Kumar A, Kaur S. Calcium: A Nutrient in Pregnancy. *J Obstet Gynaecol India* 2017;67:313-8.
47. Herring CM, Bazer FW, Johnson GA, *et al.* Impacts of maternal dietary protein intake on fetal survival, growth, and development. *Exp Biol Med* 2018;243:525-33.
48. Tapsell LC, Neale EP, Satija A, *et al.* Foods, Nutrients, and Dietary Patterns: Interconnections and Implications for Dietary Guidelines. *Adv Nutr* 2016;7:445-54.

49. Blumfield ML, Hure AJ, Macdonald-Wicks L, *et al.* A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutri Rev* 2013;71:118-32.
50. Battaglia FC, Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. *J Pediatr* 1967;71:159-63.

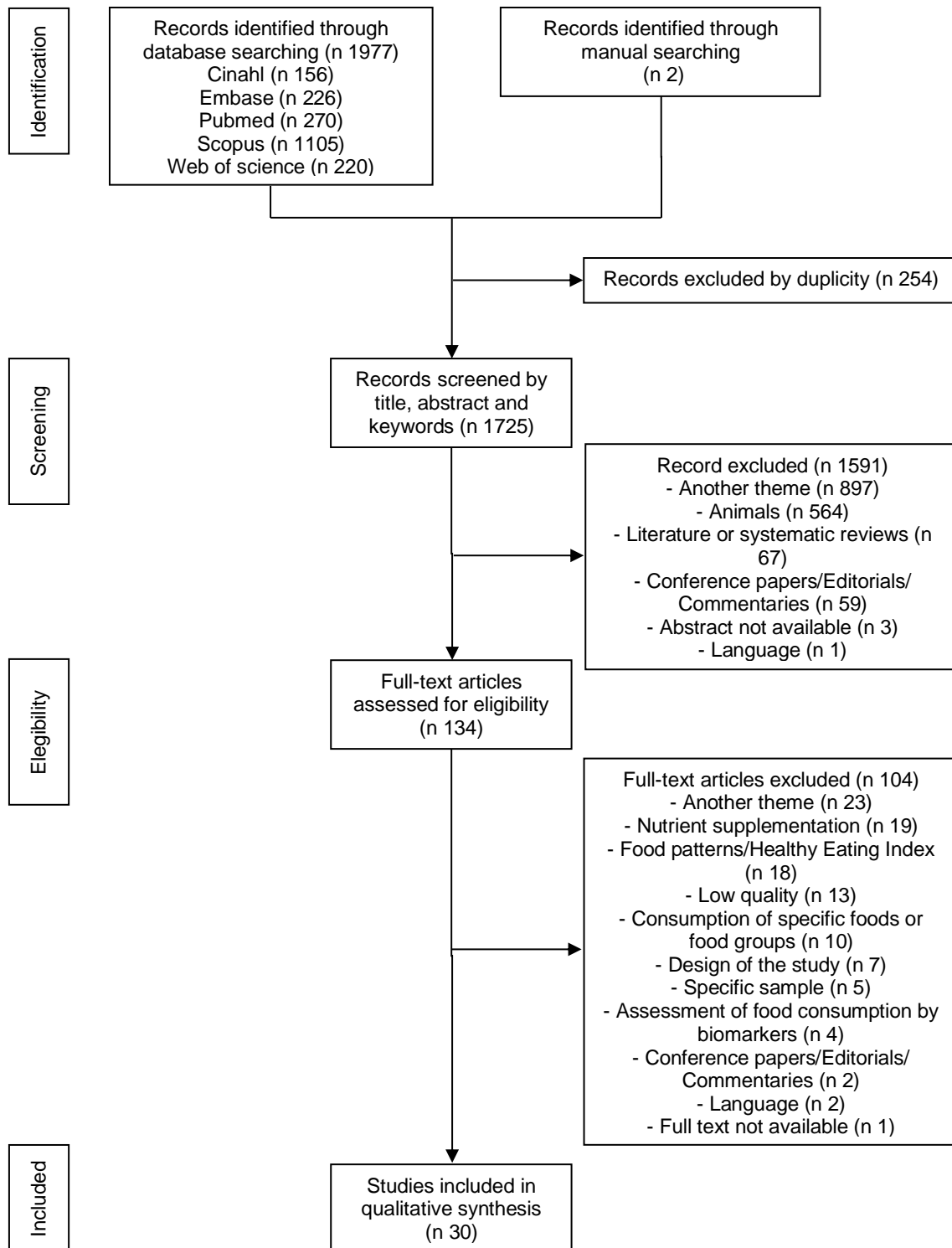


Fig. 1. Flow diagram illustrating the screening process of eligible studies for the present systematic review of influence of nutrients intake during pregnancy on baby's anthropometric measurements at birth

Table 1. Scores and percentages of quality of articles based on STROBE
(*STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology*) criteria

Authors and year	Study design	Score*	%
Li <i>et al.</i> 2019 ¹⁸	Cross-sectional	18.6	84.5
Günther <i>et al.</i> 2019 ¹⁹	Prospective cohort	18.7	85.0
Phang <i>et al.</i> 2019 ²⁰	Cross-sectional	12.1	55.0
Jang <i>et al.</i> 2018 ²¹	Prospective cohort	13.6	61.8
Hjertholm <i>et al.</i> 2018 ²²	Cross-sectional	14.6	66.4
Lee <i>et al.</i> 2018 ²³	Prospective cohort	14.1	64.1
Morisaki <i>et al.</i> 2018 ²⁴	Prospective cohort	15.4	70.0
Silva Neto <i>et al.</i> 2018 ²⁵	Cross-sectional	12.4	56.4
Sharma <i>et al.</i> 2018 ²⁶	Prospective cohort	16.0	72.7
Angkasa <i>et al.</i> 2017 ²⁷	Cross-sectional	16.5	75.0
Mckenzie <i>et al.</i> 2017 ²⁸	Cross-sectional	12.6	57.3
Pathirathna <i>et al.</i> 2017 ²⁹	Prospective cohort	16.1	73.2
Yang <i>et al.</i> 2017 ³⁰	Cross-sectional	17.6	80.0
Crume <i>et al.</i> 2016 ³¹	Prospective cohort	19.0	86.4
Hyde <i>et al.</i> 2016 ⁵	Prospective cohort	18.1	82.3
Stephens <i>et al.</i> 2014 ⁶	Prospective cohort	13.9	63.2
Silva <i>et al.</i> 2014 ³²	Cross-sectional	16.8	76.4
Kubota <i>et al.</i> 2013 ³³	Prospective cohort	14.2	64.5
Lee <i>et al.</i> 2011 ³⁴	Cross-sectional	16.0	72.7
Bawadi <i>et al.</i> 2010 ³⁵	Retrospective cohort	14.8	67.3
Watson e McDonald. 2010 ³⁶	Prospective cohort	13.6	61.8
Khoushabi e Saraswathi 2010 ⁷	Cross-sectional	13.1	59.5
Jaruratanasirikul <i>et al.</i> 2009 ³⁷	Prospective cohort	13.9	63.2
Watanabe <i>et al.</i> 2008 ³⁸	Prospective cohort	13.0	59.1
Cucó <i>et al.</i> 2006 ³⁹	Retrospective cohort	17.4	79.1
Lagiou <i>et al.</i> 2005 ⁸	Prospective cohort	17.4	79.1
Lagiou <i>et al.</i> 2004 ⁴⁰	Prospective cohort	17.9	81.4
Langley-Evans e Langley-Evans. 2003 ⁹	Prospective cohort	20.0	90.9
Sloan <i>et al.</i> 2001 ⁴¹	Prospective cohort	12.0	54.5
Mathews <i>et al.</i> 1999 ⁴²	Prospective cohort	12.2	55.5

*Higher limit: 22 points

Table 2. Characteristics of observational studies with maternal nutrients intake during pregnancy and baby's anthropometric measurements

Study details	Subjects: Population size/ Age(SD)	Method and moment of food consumption assessment	Baby's anthropometric measurements	Adjustments	Main findings
Li <i>et al.</i> 2019/China ¹⁸	7307/ NM	FFQ and 24HR/ 3° trimester	Birth weight and SGA	Geographic area, maternal age, maternal education, maternal occupation, household wealth index and parity	↑ folate intake: reduced risk of SGA births (highest tertile versus. lowest tertile: (OR=0.77; 95% CI 0.64, 0.94 versus OR=0.81; 95 % CI 0.69, 0.95; p=0.01 respectively)
Günther <i>et al.</i> , 2019/Germany ¹⁹	2286/ 30.3(4.4)	FFQ/ 1° and 3° trimesters	Birth weight	Pre-pregnancy BMI, maternal age, parity and group assignment [†]	Carbohydrate (β =9.16; 95 % CI - 22,26–40.58), protein (β =14.36; 95 % CI - 60.91–89.64) and fats (β =-17.0; 95% CI - 55.49–21.50) no association with birth weight
Phang <i>et al.</i> 2018/Australia ²⁰	224/ 33.5(4.4)	FFQ/ 3° trimester	Birth weight, SGA and LGA	GA, newborn sex, pregnancy physical activity and maternal total energy intake	↑ ALA intake: higher offspring birth weight (β =189.70; 95% CI 14.0–365.0)
Jang <i>et al.</i> 2018/South Korea ²¹	1138/ 30.2(3.6)	24HR/ 2° and 3° trimesters	Birth weight and birth length	Maternal age, pre-pregnancy BMI, urinary cotinine level, newborn sex, GA at the time of ultrasound measurement, use of supplements, residential area, parity, father's height and intake of energy, vitamin E and β -carotene	Vitamin C: direct association with birth length (β =0.31±0.11; p=0.001)
Hjertholm <i>et al.</i> 2018/Malawi ²²	203/ NM	24HR/ 3° trimester	Birth weight, head circumference and birth length	Maternal age, weight and height, GA, education, marital status, residency, parity, newborn sex and energy intake	Fat: direct association with birth length (β =0.10; 95% CI 0–0.20). Carbohydrate: inverse association with birth length and head circumference (β =-0.10; 95% CI -0.20–0 e β =0; IC95% -0.10–0, respectively). Vitamin C: direct association with birth weight (β =1.40; 95% CI 0.60–2.30)
Lee <i>et al.</i> 2018/South Korea ²³	1407/ 30.2(3.7)	24HR/ 1°, 2° and 3° trimesters	Birth weight and birth length	Maternal age, pre-pregnancy BMI, education, newborn sex, urinary cotinine level, GA and maternal energy intake and vitamin C intake (only for birth length)	↓ omega-6 intake: low weight (β =- 5.16±2.39; p=0.03) and length at birth (β =- 0.03±0.02; p=0.02)
Morisaki <i>et al.</i> 2018/Japan ²⁴	91637/ NM	FFQ/ 1° and 2° trimesters	Birth weight and SGA	Maternal age, parity, education, income, prepregnancy BMI, height, smoking status, newborn sex and energy intake	Protein intake over 14% and 15% of total energy intake: higher risk of LBW and SGA, respectively
Silva Neto <i>et al.</i> 2018/Brazil ²⁵	388/ 24.0(5.9)	24HR/ NM	Birth weight and birth length	NM	Vitamin A (r=0.11; p=0.04) and selenium (r=0.13; p=0.02): direct correlation with birth weight and vitamin A with birth length (r=0.12; p=0.04)
Sharma <i>et al.</i> 2018/United Kingdom ²⁶	1196/ 30.0(5.0)	24HR/ 1° and 2° trimesters	Birth weight, SGA and LGA	Maternal weight and height, ethnicity, parity, GA, newborn sex, average alcohol intake and smoking status	Carbohydrate, protein and fat: no association with birth weight, SGA e LGA (p>0.05)
Angkasa <i>et al.</i> 2017/Indonesia ²⁷	282/ NM	FFQ/ 3° trimester	Birth weight, head circumference and birth length	Maternal energy intake, socioeconomic status, GA, newborn sex, and maternal height	ALA: direct association with birth weight (β =-115.0; 95% CI -216.0–-13.50)

Table 2 continued

Study details	Subjects: Population size/ Age(SD)	Method and timing of food consumption assessment	Newborn's anthropometrics measurements	Adjustments	Main findings
Mckenzie <i>et al.</i> 2017/Australia ²⁸	142/ 33.3(4.4)	FFQ/ NM	Birth weight	Maternal age, newborn sex and energy intake	Carbohydrate: no association with birth weight (β a=43.0; 95% CI -23.0–108.0)
Pathirathna <i>et al.</i> 2017/Sri Lanka ²⁹	141/ 28.8(6.2)	FFQ/ 2° trimester	Birth weight	NM	↓ Carbohydrate intake: babies 312 g lighter compared with those of women with a moderate carbohydrate intake (95% CI 91.0–534.0; p=0.006)
Yang <i>et al.</i> 2017/China ³⁰	7375/ NM	FFQ and 24HR/ 0-12 months postpartum	Birth weight and SGA	Energy intake, geographic area, residence, childbearing age, education, occupation, household wealth index, parity, passive smoking, alcohol drinking, antenatal care visit frequency, iron and folate supplements use, anaemia, medication use and principal component score based on the nutrient	Higher tertile of haeme iron intake: inverse association with LBW (OR=0.68; 95% CI 0.49–0.94) and SGA (OR=0.76; 95% CI 0.62–0.94)
Crume <i>et al.</i> 2016/United States ³¹	1040/ 27.9(6.1)	24HR/ 1°, 2° and 3° trimesters	Birth weight	Newborn sex, GA, postnatal age, maternal age, gravidity, race/ethnicity, smoking during pregnancy and physical activity during pregnancy	Carbohydrate, protein and fat: no association with birth weight (p>0.05)
Hyde <i>et al.</i> 2016/Australia ⁵	346/ NM	FFQ/ 3° trimester	Birth weight and head circumference	Maternal height and age, parity, smoking status and energy intake	Protein, magnesium, phosphorus, zinc, calcium and potassium: no correlation with birth weight and head circumference (p>0.05)
Stephens <i>et al.</i> 2014/Canada ⁶	212/ NM	FFQ/ 2° and 3° trimesters	Birth weight	NM	Carbohydrate (r=-0.15; p>0.05), protein (r=-0.22; p>0.01) and fat (r=-0.22; p>0.01): inverse correlation with birth weight
Silva <i>et al.</i> 2014/Portugal ³²	100/ 29.7(6.1)	FFQ/ Immediate postpartum period	Birth weight and birth length	Pre-pregnancy BMI, energy and macronutrient intakes during pregnancy, and gestational weight gain	Carbohydrate, protein and fat: no association with weight and length at birth (p>0.05)
Kubota <i>et al.</i> 2013/Japan ³³	135/ 30.7(5.3)	Food record/ 2° and 3° trimesters	Birth weight	NM	Carbohydrate, protein and fat: no association with birth weight (p>0.05)
Lee <i>et al.</i> 2011/South Korea ³⁴	915/ 30.1(3.7)	24HR/ 2° trimester	Birth weight and birth length	Maternal age, pre-pregnancy BMI, newborn sex, GA, parity, level of education, local centres ^b and interaction between level of education and local centres ^b	The weight (p=0.01) and length (p=0.02) at birth decreased from the lowest to the highest quartiles with molar ratio of phytate ^c intake
Bawadi <i>et al.</i> 2010/Jordan ³⁵	700/ 28.7(15.7)	FFQ/ Immediate postpartum period	Birth weight	Parity, GA and gestational weight gain	Calcium: direct association with birth weight (β a=0.08; p=0.03)

Table 2 continued

Study details	Subjects: Population size/ Age(SD)	Method and timing of food consumption assessment	Newborn's anthropometrics measurements	Adjustments	Main findings
Watson, McDonald 2010/New Zealand ⁶	439/ 31.2(5.1)	24HR and food record/ 2° and 3° trimesters	Birth weight	GA, newborn sex, maternal height and weight, smoking, number of preschoolers, number of other adults in house	Carbohydrate and vitamin A: inverse association with birth weight (p=0.03 e p=0.04, respectively). Vitamin B5: direct association with birth weight (p=0.002)
Khoushabi e Saraswathi 2010/India ⁷	500/ 24.0(4.2)	24HR/ 3° trimester	Birth weight	NM	↓ protein intake (<1500 kcal/day and <40g/day, respectively): association with LBW. ↓ calcium, magnesium, iron and zinc intake: association with LBW (p=0.001)
Jaruratanasirikul <i>et al.</i> 2009/Thailand ³⁷	236/ 27.2(6.2)	FFQ e 24HR/ 1°, 2° and 3° trimesters	Birth weight	NM	Carbohydrate (OR=0.67; 95% CI 1.25–1.72), protein (OR=0.57; 95% CI 0.21–1.54), fat (OR=0.80; 95% CI 0.52–3.27), calcium (OR=0.88; 95% CI 0.52–1.78) and iron (OR=0.72; 95% CI 0.35–3.02): no association with birth weight
Watanabe <i>et al.</i> 2008/Japan ³⁸	197/ 30.8(4.5)	Diet-history questionnaire/ 1°, 2° and 3° trimesters	Birth weight	Maternal age, parity and newborn sex	Folate (p=0.21), vitamins B6 (p=0.38) and B12 (p=0.78): no predictors of birth weight
Cucó <i>et al.</i> 2006/Spain ³⁹	77/ NM	Dietary record/ 3 months before conception, 1°, 2° and 3° trimesters	Birth weight	Energy intake, newborn sex, parity, preconception age, preconception body mass index, GA, physical activity and smoking	Protein: direct association with birth weight (βa=7.80; 95% CI 0.80–14.70)
Lagiou <i>et al.</i> 2005/United States ⁸	222/ NM	FFQ/ 2° trimester	Birth weight, head circumference and birth length	Energy intake, maternal age and height, education, parity, pre-pregnancy BMI, contraceptive use, smoking, GA and newborn sex	Vitamin E: direct association with birth weight (OR=64.50; 95% CI 5.90–123.0). Vitamin B5: direct association with birth length (OR=0.42; 95% CI 0.06–0.78). Sodium (OR= 0.48; 95% CI 0.02–0.90) and zinc (OR=-0.25; 95% CI -0.48–-0.01): direct and inverse association with head circumference, respectively
Lagiou <i>et al.</i> 2004/United States ⁴⁰	224/ NM	FFQ/ 2° trimester	Birth weight, head circumference and birth length	Energy intake, maternal age and height, education, parity, pre-pregnancy BMI, contraceptive use, smoking, GA and newborn sex	Carbohydrate, protein and fat: no association with birth weight, birth length and head circumference (p>0.05)
Langley-Evans, Langley-Evans 2003/United Kingdom ⁹	300/ 27.9(5.1)	Dietary record/ 1°, 2° and 3° trimesters	Birth weight and head circumference	GA and pre-pregnancy weight	Carbohydrate, protein, fat and folate: no association with birth weight and head circumference (p>0.05)

Table 2 continued

Study details	Subjects: Population size/ Age(SD)	Method and timing of food consumption assessment	Newborn's anthropometrics measurements	Adjustments	Main findings
Sloan <i>et al.</i> 2001/United States ⁴¹	2187/ 22.3(4.9)	24HR/ 1 ^o and 3 ^o trimesters	Birth weight and head circumference	GA and energy intake	Protein: quadratic relationship with birth weight, that increases with protein levels up to 69.5g/day and declines with higher protein intake ($\beta_a=-0.03$; $p=0.01$)
Mathews <i>et al.</i> 1999/United States ⁴²	693/ NM	Dietary record/ 3 ^o trimester	Birth weight	Newborn sex, GA, maternal height and smoking	Vitamin C: direct association with birth weight ($\beta_a=50.80$; 95% CI 4.60–97.0)

24HR, 24 h dietary recalls. ALA, α -linolenic acid. β_a , adjusted beta. BMI, body mass index. CI, confidence interval. DHA, docosapentaenoic acid. EPA, eicosapentaenoic acid. FFQ, food frequency questionnaire. GA, gestational age. LBW, low birth weight. LGA, large for gestational age. NM, not mentioned. OR, odds ratio. RDA, recommended daily allowance. SD, standard deviation. SGA, small for gestational age.

^agroup assignment: 1. Case group, part of the sample received intervention in a previous study for gestational weight control, 2. Control group, no intervention; ^blocal centres: place where the individual lives that can affect fetal growth; ^cmolar ratio of phytate: measure of zinc bioavailability.

Table 3. Summary of articles associations that assessed the influence of nutrients intake during pregnancy on the baby's anthropometric measurements at birth

Nutrients/ Newborn's anthropometric measurements	Birth weight			Head circumference			Birth lenght			SGA			AGA	LGA
	Di rect	In verse	No asso ciati on	Di rect	Inver se	No asso ciati on	Di rect	In verse	No asso ciati on	Di rect	In verse	No asso ciati on	No associ ation	No associ ation
Carbohydrate	1	2	15		1	2		1	2			1		1
Fibre			4			1			1					
Protein	2	3	14			5			3	1		1		1
Total fat		1	16			4	1		4			1		1
Saturated fat			5						1			1	1	1
Unsaturated fat			1											
MUFA			5						1			1	1	1
PUFA			5						1			1	1	1
Ômega-3	1		1			1			2			1	1	1
ALA	1	1				1			1			1		1
EPA			2			1			1			1	1	1
DHA			2			1			1			1	1	1
Ômega-6	1		1				1					1	1	1
Calcium	2		5			3			2					
Copper			3			1			2					
Total iron	1		5			2			2					
Haeme iron	1									1				
Non-haeme iron			1									1		
Folate	1		7			3			2		1			
Phosphorus			3			2			1					
Magnesium	2		2			2			1					
Manganese			2			1			1					
Potassium			3			2			1					
Selenium	1		1						1					
Sodium			2	1					1					
Vitamin A	1	1	3			2	1		2					
Vitamin B1			3			2			2					
Vitamin B2			3			2			2					
Vitamin B3			3			2			2					
Vitamin B5	1		1			1	1							
Vitamin B6			5			2			2					
Vitamin B7	1													
Vitamin B12	1		3			2			2					
Vitamin C	2		5			2	1		3					
Vitamin D	1		1			1			1					
Vitamin E	1		3			1			2					
Zinc	1	1	6		1	2		1	3					

AGA, appropriate for gestational age. ALA, α -linolenic acid. DHA, docosapentaenoic acid. EPA, eicosapentaenoic acid. LGA, large for gestational age. MUFA, monounsaturated fatty acids. PUFA, polyunsaturated fatty acids. SGA, small for gestational age.

2.2 MODELO CONCEITUAL DA DISSERTAÇÃO

O modelo conceitual apresentado a seguir foi construído pela autora da dissertação, pautado na literatura científica, com o objetivo de descrever as possíveis associações entre as variáveis explicativas e os dados antropométricos do bebê ao nascimento (Figura 1).

As medidas antropométricas do bebê têm causalidade multifatorial, pela associação de diversas variáveis que a mulher está exposta antes e durante a gestação, conforme elucidado na introdução. Apesar do enfoque desse trabalho pautar-se na ingestão materna de nutrientes durante a gestação, tendo em vista a lacuna identificada na literatura, outras variáveis explicativas do desfecho citado serão aqui brevemente contempladas.

No âmbito materno, nota-se influência das variáveis sociodemográficas, como a idade materna, renda *per capita*, estado civil, escolaridade, ocupação profissional e etnia, nos dados antropométricos do bebê ao nascer^{1,2}. Mães com idade elevada, sem companheiros e com baixa escolaridade e renda *per capita*, por exemplo, apresentam maior risco de ter bebês com baixo peso ao nascer e prematuros^{3,4}.

O índice de massa corporal (IMC) pré-gestacional está diretamente associado ao ganho de peso gestacional (GPG), e juntos influenciam diretamente na idade gestacional do bebê e nas medidas antropométricas ao nascimento⁵. A literatura demonstra um maior número de partos cesáreos, quando a mãe é primípara e o GPG materno é inadequado⁶. Ademais, a primiparidade, o baixo IMC pré-gestacional e GPG insuficiente estão relacionados ao baixo peso ao nascer e bebês pequenos para idade gestacional^{4,7}, ao passo que o excesso de peso pré-gestacional e GPG acima das recomendações aumentam o risco de nascimento de bebês grandes para idade gestacional⁷.

O número de consultas pré-natais também participa dessa rede multicausal, já que a maior frequência deste atendimento pode contribuir para intervenções continuadas durante toda a gestação, além do monitoramento mais rigoroso do GPG, ajuste da ingestão de nutrientes e informações sobre o uso de suplementos nesse período, protegendo a ocorrência de medidas antropométricas desfavoráveis ao nascimento^{4,8}.

Os hábitos de vida maternos gestacionais, como o consumo alimentar, tabagismo e a prática de atividade física, também podem exercer alterações nas medidas antropométricas da mãe e do bebê^{9,10}. Além da qualidade do consumo alimentar, a ingestão de alguns nutrientes, como carboidratos, gorduras e vitamina C, parecem influenciar nos dados antropométricos do

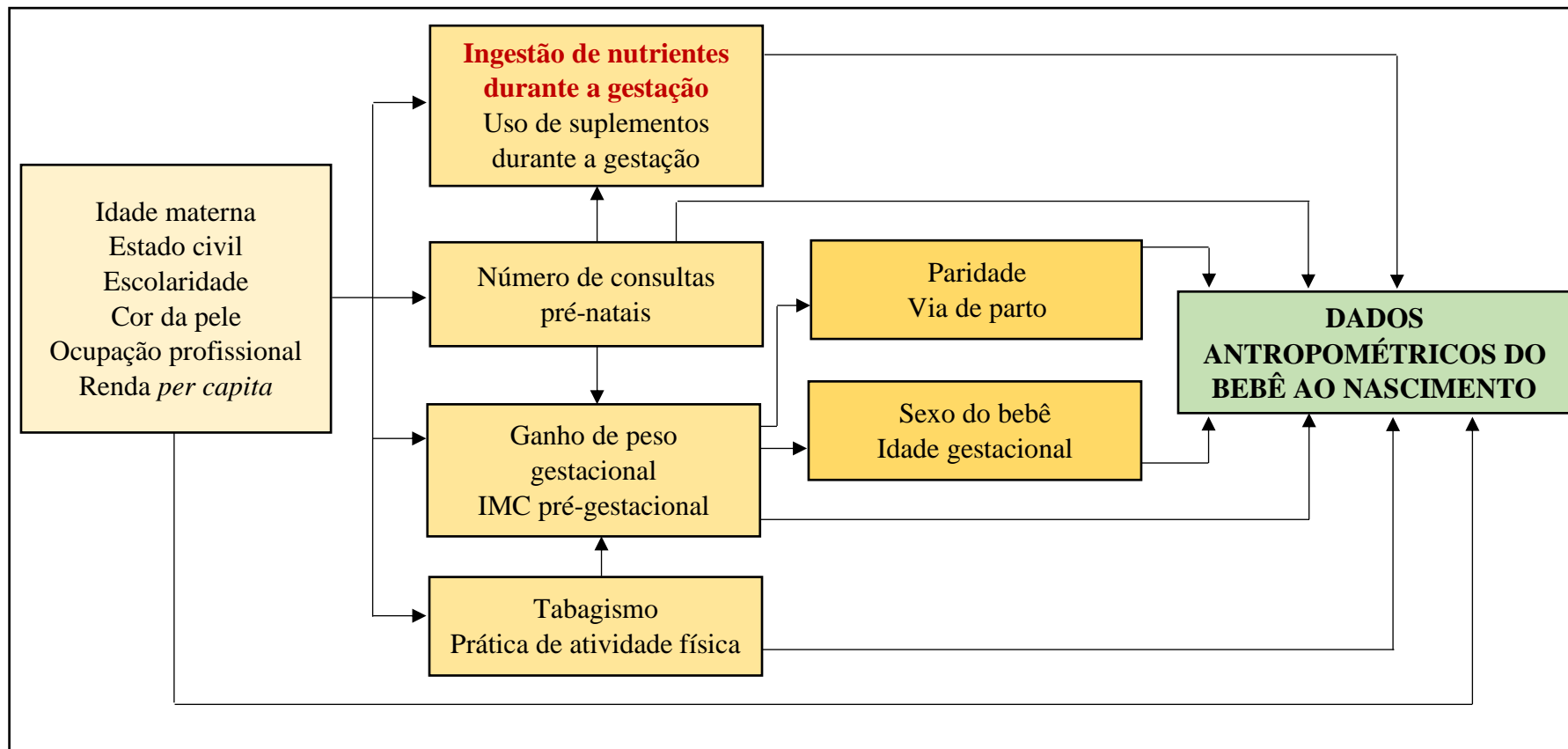
recém-nascido (peso e comprimento ao nascer, perímetro cefálico e peso para idade gestacional)^{11,12} e referem-se ao alvo da presente investigação.

Em relação ao bebê, o sexo bem como a idade gestacional, são variáveis que interferem diretamente no seu peso. Bebês do sexo masculino e de maior idade gestacional comumente apresentam maior peso ao nascer^{13,14}. A influência do sexo se dá pela maior interferência do excesso de peso pré-gestacional e GPG excessivo em bebês do sexo masculino, levando a um maior percentual de massa gorda e muscular ao nascer, quando comparados às meninas¹³.

Ressalta-se que a interação de alguns dos fatores é mais citada na literatura e que poucos trabalhos avaliam alguns nutrientes específicos, conforme apontado pela revisão sistemática. Outro ponto que também merece ser ponderado é que embora descritos de forma isolada, os fatores citados apresentam forte interação com os desfechos, tendo em vista que alguns são mediadores ou moderam a influência de outras variáveis nas medidas antropométricas do bebê ao nascimento.

Considerando as informações descritas, a hipótese dessa dissertação é que, dentre outros fatores, a ingestão de nutrientes durante a gestação influencia nos dados antropométricos do bebê ao nascimento.

Figura 1. Modelo conceitual dos fatores associados aos dados antropométricos do bebê ao nascimento, utilizado na presente dissertação



IMC: índice de massa corporal

Fonte: Elaborado pela autora

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arunda MO, Agardh A, Asamoah BO. Cesarean delivery and associated socioeconomic factors and neonatal survival outcome in Kenya and Tanzania: analysis of national survey data. *Glob Health Action* 2020; 13(1):1748403.
2. Spada E, Chiossi G, Coscia A, Monari F, Facchinetti F. Effect of maternal age, height, BMI and ethnicity on birth weight: an Italian multicenter study. *J Perinat Med* 2018; 46(9):1016-1021.
3. Kilsztajn S, Rossbach AC, Carmo MSN, Sugahara GTL. Assistência pré-natal, baixo peso e prematuridade no Estado de São Paulo, 2000. *Rev Saude Publica* 2003; 37(3):303-310.
4. Yadav H, Lee N. Maternal factors in predicting low birth weight babies. *Med J Malaysia* 2013; 68(1):44-47.
5. Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S, Misso M, Boyle JA, Black MH, Li N, Hu G, Corrado F, Rode L, Kim YJ, Haugen M, Song WO, Kim MH, Bogaerts A, Devlieger R, Chung JH, Teede HJ. Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA* 2017; 317(21):2207-2225.
6. Gondwe T, Betha K, Kusneniwar GN, Bunker CH, Tang G, Simhan H, Reddy PS, Haggerty CL. Maternal Factors Associated with Mode of Delivery in a Population with a High Cesarean Section Rate. *J Epidemiol Glob Health* 2019; 9(4):252-258.
7. McDonald SD, Woolcott C, Chapinal N, Guo Y, Murphy P, Dzakpasu S. Interprovincial variation in pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain and their impact on neonatal birth weight with respect to small and large for gestational age. *Can J Public Health* 2018; 109(4):527-538.
8. Capelli JCS, Pontes JS, Pereira SEA, Silva AAM, Carmo CN, Boccolini CS, Almeida MFL. Peso ao nascer e fatores associados ao período pré-natal: um estudo transversal em hospital maternidade de referência. *Cienc Saude Colet* 2014; 19(7):2063-2072.
9. Vargas-Terrones M, Nagpal TS, Barakat R. Impact of exercise during pregnancy on gestational weight gain and birth weight: an overview. *Braz J Phys Ther* 2019; 23(2):164-169.
10. Jaddoe VW, Troe EJ, Hofman A, Mackenbach JP, Moll HA, Steegers EA, Witteman JC. Active and passive maternal smoking during pregnancy and the risks of low birthweight and preterm birth: the Generation R Study. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2008; 22(2):162-171.

11. Eshak ES, Okada C, Baba S, Kimura T, Ikehara S, Sato T, Shirai K, Iso H; Japan Environment and Children's Study Group. Maternal total energy, macronutrient and vitamin intakes during pregnancy associated with the offspring's birth size in the Japan Environment and Children's Study. *Br J Nutr* 2020; 124(6):558-566.
12. Hjertholm KG, Iversen PO, Holmboe-Ottesen G, Mdala I, Munthali A, Maleta K, Shi Z, Ferguson E, Kamudoni P. Maternal dietary intake during pregnancy and its association to birth size in rural Malawi: A cross-sectional study. *Matern Child Nutr* 2018; 14:e12433.
13. Galjaard S, Ameye L, Lees CC, Pexsters A, Bourne T, Timmerman D, Devlieger R. Sex differences in fetal growth and immediate birth outcomes in a low-risk Caucasian population. *Biol Sex Differ* 2019; 10(1):48.
14. Lu MS, He JR, Chen Q, Lu J, Wei X, Zhou Q, Chan F, Zhang L, Chen N, Qiu L, Yuan M, Cheng KK, Xia H, Qiu X, Born in Guangzhou Cohort Study Group. Maternal dietary patterns during pregnancy and preterm delivery: a large prospective cohort study in China. *Nutr J* 2018; 17(1):71.

Objetivos

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da ingestão materna de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do bebê ao nascimento.

3.2 Objetivos específicos

Artigo 1

- Sintetizar as evidências científicas que avaliaram a influência da ingestão de nutrientes durante a gestação nos dados antropométricos do recém-nascido.

Artigo 2

- Investigar a influência da ingestão de nutrientes durante a gestação no peso ao nascer de bebês nascidos à termo.

Métodos

4 MÉTODOS

Revisão sistemática

Os métodos da revisão sistemática, utilizada na revisão de literatura, foram detalhados no artigo já apresentado. A estratégia de busca aplicada nas bases de dados encontra-se no apêndice A.

Artigo com dados primários

4.1 Local do estudo

O estudo foi desenvolvido na Maternidade Odete Valadares (MOV), em Belo Horizonte, Minas Gerais. A referida maternidade pertence à rede pública do município e é referência em atendimentos de média e alta complexidade, fundamentada no cuidado humanizado. Além disso, possui o título de Hospital Amigo da Criança desde 1999, concedido pela Organização Mundial da Saúde, Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e Ministério da Saúde¹.

O presente estudo foi desenvolvido no alojamento conjunto da MOV, que consiste em um sistema hospitalar em que o recém-nascido sadio, logo após o nascimento, permanece ao lado da mãe, 24 horas por dia, em um mesmo ambiente, até a alta hospitalar². O alojamento conjunto da maternidade possui oito enfermarias com um total de 21 leitos e atende anualmente cerca de 4.200 mães.

4.2 Delineamento e amostra do estudo

Trata-se de um estudo de delineamento transversal que se insere em um amplo projeto intitulado “Banco de leite humano referência em Minas Gerais: caracterização e intervenções”.

Este estudo se insere em uma coorte prospectiva de três momentos (linha de base durante o pós-parto imediato e seguimentos de 6 meses e 12 meses pós-parto), sendo que para o desenvolvimento do artigo apresentado, foram utilizados os dados da linha de base.

A amostra foi estimada em 302 nutrízes e seus bebês, adotando-se intervalo de confiança (IC) de 95%, erro de 5% e fórmula para fins descritivos de população finita (cerca de 8.400 mães atendidas em alojamento conjunto pela maternidade durante o período estudado e prevalência máxima de 71,6% de inadequação de ingestão de nutrientes de um estudo similar³). A amostra inicialmente coletada incluiu 675 nutrízes

com idade ≥ 18 anos e seus bebês, visto que este trabalho está inserido em uma coorte ampla e foram consideradas as perdas de seguimento.

Os critérios de exclusão previamente à entrevista basearam-se em variáveis que pudessem interferir no peso da criança ao nascimento e compreenderam^{4,5}: mulheres com idade inferior a 18 anos, gestação gemelar, portadoras de diabetes *melittus*, Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA), além de complicações durante a gravidez, incluindo hipertensão grave (eclâmpsia e pré-eclâmpsia) e diabetes *melittus* gestacional. Como era necessário que as mães retornassem para as consultas de 6 e 12 meses, foram convidadas a participar somente mães que residiam em Belo Horizonte e região metropolitana.

4.3 Coleta de dados e variáveis estudadas

A coleta de dados teve início em abril de 2018 e foi finalizada em outubro de 2019. Previamente, um estudo piloto, com cerca de 15 mulheres, foi realizado nos meses de fevereiro e março de 2018, para teste e adequação dos instrumentos utilizados para coleta.

Os dados foram coletados no alojamento conjunto da maternidade durante o pós-parto imediato por Nutricionistas e alunos de iniciação científica previamente treinados e supervisionados pela pesquisadora principal.

No primeiro momento, as nutrizes foram convidadas, na maternidade, a participar do estudo, após explicação breve dos objetivos e importância da pesquisa para o grupo materno-infantil. Posteriormente ao consentimento, as mães foram entrevistadas mediante aplicação de um questionário, contendo informações referentes à nutriz e seu filho (Tabela 1).

(1) *características gerais maternas*: nome completo, data de nascimento (para possibilitar o cálculo da idade, em anos), endereço, telefone, renda familiar mensal, número de moradores no domicílio, ocupação profissional (remunerada ou não), cor da pele autodeclarada (branca, parda ou negra), escolaridade (ensino fundamental, médio ou superior completos ou não), estado civil (solteira, divorciada, viúva, casada ou em união estável) e tabagismo (ex-fumante, fumante atual ou nunca fumou).

Para o cálculo da renda *per capita*, foi considerada a média dos salários mínimos vigentes em 2018 (R\$ 954,00 - novecentos e cinquenta e quatro reais) e 2019 (R\$ 1.006,00 – mil e seis reais), a renda mensal familiar informada e o número de moradores no domicílio.

Tabela 1. Informações da nutriz e seu filho utilizadas nas análises e suas respectivas categorizações. Belo Horizonte/MG, 2018-2019

Variável	Tipo	Categorias
Características maternas		
Idade	Quantitativa	-
Renda <i>per capita</i> ^a	Categórica	< 0,5 salário ≥ 0,5 salário
Ocupação profissional ^b	Categórica	Remunerado Não remunerado
Cor da pele ^c	Categórica	Branca Parda Negra
Escolaridade ^a	Categórica	Ensino fundamental Ensino médio Ensino superior
Estado civil ^a	Categórica	Solteira/divorciada/viúva Casada/união estável
Tabagismo ^d	Categórica	Fumante Ex-fumante Nunca fumou
Prática de atividade física	Categórica	Sedentária Não sedentária
Paridade	Quantitativa	-
Número de consultas pré-natais ^e	Categórica	1 a 5 ≥6 Não realizou
Via de parto	Categórica	Vaginal Cesárea
Uso de suplementos	Categórica	Sim Não
Índice de massa corporal pré-gestacional	Quantitativa	-
Ganho de peso gestacional	Quantitativa	-
Consumo alimentar	Quantitativa	-
Características do bebê		
Sexo	Categórica	Feminino Masculino
Idade gestacional	Quantitativa	-
Peso ao nascer	Quantitativa	-

^aReis *et al.*, 2019¹⁰; ^bPesquisa Nacional de Saúde, 2019¹¹; ^cDemitto *et al.*, 2017¹²; ^dCucó *et al.*, 2006¹³; ^eBrasil, 2000⁷.

Adicionalmente, foram obtidas informações acerca da prática de atividade física antes ou durante a gestação, além de dados de frequência, modalidade e duração. A variável “atividade física” foi classificada de acordo com os critérios para classificação

do nível de atividade física do *Institute of Medicine*⁶ (Quadro 1). As gestantes foram classificadas em sedentárias ou não sedentárias (pouco ativas, ativas e muito ativas).

Quadro 1. Critérios para classificação do nível de atividade física (*Institute of Medicine*, 2002)

Classificação	Atividade
Sedentária	Trabalhos domésticos de esforço leve a moderado, caminhadas para atividades relacionadas com o cotidiano, ficar sentado por várias horas
Pouco ativa	Atividade física moderada diária: 30-60 minutos, além das atividades cotidianas
Ativa	Atividade física moderada diária: ≥ 60 minutos, além das atividades cotidianas
Muito ativa	Atividade física moderada diária: ≥ 60 minutos + 60 minutos de atividade vigorosa ou 120 minutos de atividade moderada, além das atividades cotidianas

(2) *informações sobre o pré-natal e parto*: paridade (definida como o número de vezes que a mãe deu à luz um feto - vivo ou natimorto, um bebê ou múltiplos) e via de parto (vaginal e cesárea). O número de consultas pré-natais foi classificado de acordo com as recomendações do Ministério da Saúde (1 a 5, ≥ 6 e não realizou)⁷.

O uso de suplementos durante a gestação foi classificado de forma dicotômica (sim ou não) visto que já é demonstrado na literatura⁸ que o uso destes nem sempre é realizado de forma adequada por trazer vários efeitos colaterais à gestante, como enjoo, mal-estar, constipação e dores abdominais. Além disso, as mães não se recordavam da dosagem, frequência e período de ingestão dos suplementos utilizados.

(3) *avaliação antropométrica da nutriz*: peso pré-gestacional, altura e ganho de peso gestacional (GPG). O peso pré-gestacional e o GPG foram referidos pela mulher ou obtidos na Caderneta da Gestante (subtração entre o peso obtido na última consulta pré-natal e peso pré-gestacional), quando necessário. A altura foi aferida pelos pesquisadores, através do estadiômetro de bolso da marca Cescorf[®] com capacidade para 300 cm e precisão de 0,5 cm. Essa medida foi realizada conforme as normas do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional⁹ e recomendações do fabricante.

Para determinar o estado nutricional pré-gestacional, adotou-se como indicador o índice de massa corporal [IMC=peso (kg)/altura (m)²] de forma contínua¹⁰.

(4) *consumo alimentar materno, que será detalhado a seguir (item 4.4).*

(5) *características gerais do bebê*: nome completo, sexo e idade gestacional (em semanas). A idade gestacional foi autodeclarada pela mãe e foi definida como o intervalo de tempo desde o primeiro dia do último ciclo menstrual até a data do parto.

6) *avaliação antropométrica do bebê*: O peso ao nascer do bebê foi avaliado, mediante consulta aos prontuários das participantes, sendo que este foi aferido pela equipe de Enfermagem da maternidade logo após o nascimento.

O peso ao nascer foi analisado de forma quantitativa e posteriormente foi classificado em baixo (<2.500g), insuficiente (entre 2.500g e 3.000g) e adequado (>3.000g) para descrever a amostra^{15,16}.

Visto que o peso ao nascer pode ser influenciado pela prematuridade, puérperas que tiveram bebês com idade gestacional menor que 37 semanas foram excluídas das análises (n=43).

4.4 Consumo alimentar materno durante a gestação

O consumo alimentar materno foi mensurado durante a entrevista no pós-parto imediato, por meio de um Questionário de Frequência Alimentar (QFA) semiquantitativo validado para população adulta brasileira por Ribeiro *et al.*¹⁷ e com adaptação para fins da pesquisa, pela adição de medidas caseiras^{18,19} mais utilizadas para cada alimento, acréscimo de alguns alimentos (como hortaliças e frutas) e organização por grupo alimentar e grau de processamento. As informações obtidas no QFA foram referentes aos últimos seis meses, de forma que o questionário aplicado corresponde aos dois últimos trimestres do período gestacional. O QFA era constituído por 94 alimentos, incluindo cereais e leguminosas, hortaliças, frutas, carne, ovos, leite e produtos lácteos, peixes, ingredientes culinários, bebidas adoçadas artificialmente ou não, produtos *diet* e *light*, doces, lanches, *fast foods*, embutidos, dentre outros. Cada alimento possuía sua respectiva frequência de consumo alimentar (1 vez/dia, 2 vezes ou mais/dia, 5 a 6 vezes/semana, 2 a 4 vezes/semana, 1 vez/semana, 1 a 3 vezes/mês e raro/nunca) (APÊNDICE B).

Para análise, os dados do consumo alimentar foram tabulados utilizando o programa *Excel*, versão 365. Os resultados de frequência e quantificação de consumo alimentar foram transformados em ingestão diária em gramas ou mililitros, para posterior conversão em nutrientes. A conversão foi realizada no programa *Stata*, versão 14.2, para qual foram utilizadas as referências: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)²⁰, Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil²¹,

Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão nutricional²² e rótulos de alimentos, quando necessário.

Além da ingestão energética, analisou-se os nutrientes: carboidrato, fibra, proteína, gordura total, ômega-3, ômega-6, colesterol, cálcio, cobre, ferro, folato, fósforo, magnésio, manganês, potássio, sódio, zinco e vitaminas A, B1, B2, B3, B6, B12, C e D. A escolha dos nutrientes a serem estudados se deu pela importância de cada um deles para o desenvolvimento intrauterino do bebê²³.

No tocante a ingestão energética materna, quando esta foi menor que 300 kcal/dia ou maior que 10.000 kcal/dia, sua consistência foi avaliada e em caso de confirmação da coleta e tabulação, as mães foram excluídas e desconsideradas de todas as análises (n=6)²⁴.

Para o cálculo da adequação energética, foi utilizada a média trimestral do cálculo da EER (*Estimate Energy Requirement*) para gestantes, com os respectivos desvios-padrões (Quadro 2)²⁵. O peso materno pré-gestacional foi utilizado para realização do cálculo. O consumo energético materno foi considerado insuficiente e excessivo quando apresentou resultados abaixo ou acima do resultado da EER, respectivamente.

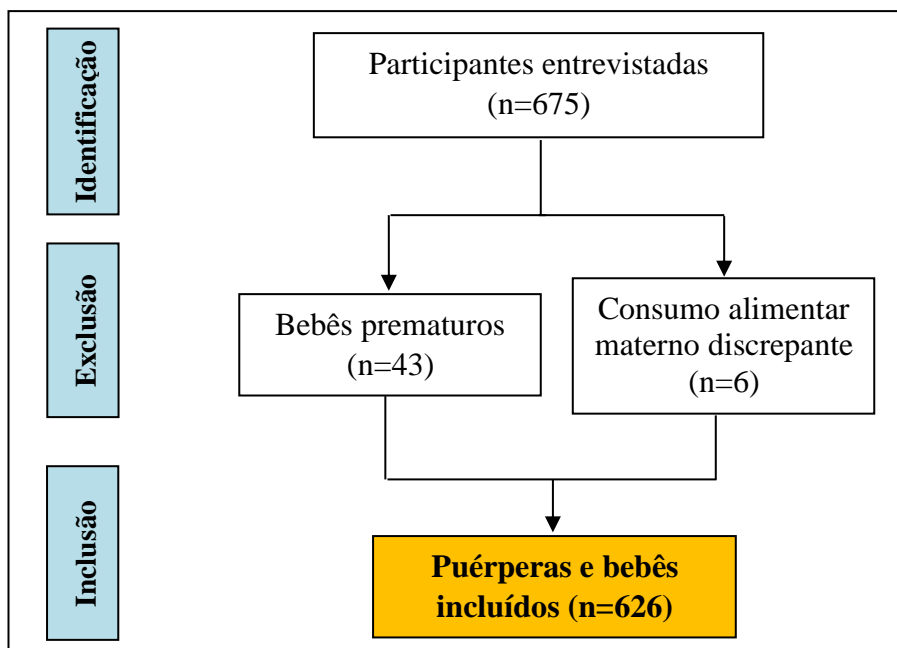
Quadro 2. Equações para estimar a necessidade energética para gestantes por trimestre (*Institute of Medicine, 2005*)

Trimestre	Equação
18 anos	
1º trimestre	$EER = 135,3 - (30,8 \times \text{idade [anos]}) + \text{Coeficiente de atividade física} \times [(10,0 \times \text{peso [kg]}) + (934 \times \text{altura[m]})] + 25 + 0$
2º trimestre	$EER = 135,3 - (30,8 \times \text{idade [anos]}) + \text{Coeficiente de atividade física} \times [(10,0 \times \text{peso [kg]}) + (934 \times \text{altura[m]})] + 25 + 340$
3º trimestre	$EER = 135,3 - (30,8 \times \text{idade [anos]}) + \text{Coeficiente de atividade física} \times [(10,0 \times \text{peso [kg]}) + (934 \times \text{altura[m]})] + 25 + 452$
19 anos ou acima	
1º trimestre	$EER = 354 - (6,91 \times \text{idade [anos]}) + \text{Coeficiente de atividade física} \times [(9,36 \times \text{peso [kg]}) + (726 \times \text{altura[m]})] + 0$
2º trimestre	$EER = 354 - (6,91 \times \text{idade [anos]}) + \text{Coeficiente de atividade física} \times [(9,36 \times \text{peso [kg]}) + (726 \times \text{altura[m]})] + 340$
3º trimestre	$EER = 354 - (6,91 \times \text{idade [anos]}) + \text{Coeficiente de atividade física} \times [(9,36 \times \text{peso [kg]}) + (726 \times \text{altura[m]})] + 452$

EER (*Estimated Energy Requirement*): necessidade energética estimada

Após as devidas exclusões, foram incluídas no estudo 626 puérperas e seus bebês (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma do processo de inclusão das puérperas consideradas elegíveis para o estudo



As prevalências de inadequação de ingestão dos macronutrientes foram analisadas de acordo com a distribuição aceitável do valor energético total (VET) da dieta materna, pelo valor da AMDR (*Acceptable Macronutrient Distribution Range*)²⁵. Já para os micronutrientes, efetuou-se a avaliação considerando os valores recomendados pela EAR (*Estimated Average Requirement*). Para os nutrientes que não possuem valores de EAR estabelecidos, foi utilizado o valor de AI (*Adequate Intake*). A EAR representa a estimativa da necessidade média do nutriente segundo sexo e idade para atender 50% das necessidades de indivíduos saudáveis, enquanto a AI é baseada na média de ingestão de nutrientes ingeridos por um grupo aparentemente saudável de pessoas, conforme proposto pelo *Institute of Medicine* para a população dos Estados Unidos e Canadá^{6,25,26}.

Valores abaixo dos pontos de corte adotados entre EAR/AI foram considerados inadequados. Ressalta-se que dados aprofundados sobre a ingestão de suplementos durante a gestação não foram considerados para as análises do consumo alimentar, conforme realizado em outros estudos²⁷⁻²⁹. A Tabela 2 apresenta as recomendações de ingestão de nutrientes durante a gestação. Alguns nutrientes apresentam mais de um ponto de corte, visto que há diferenças de recomendações conforme as seguintes faixas etárias: 14 a 18, 19 a 30 e 31 a 50 anos.

Tabela 2. Recomendações de ingestão de nutrientes durante a gestação (*Dietary Reference Intake, Institute of Medicine*)

Nutriente	Critérios de avaliação
	AMDR
Carboidratos (% VET)	45-65% ^a
Fibra alimentar (g/d)	28 ^b
Proteína (% VET)	10-35% ^a
Gordura total (% VET)	20-35% ^a
Ômega-3 (% VET)	0,6-1,2 ^a
Ômega-6 (% VET)	5-10 ^a
	EAR ou AI^b
Cálcio (mg/d)	800/1000
Cobre (mg/d)	0,8
Ferro (mg/d)	22/23
Folato (mcg/d)	520
Fósforo (mg/d)	580/1.055
Magnésio (mg/d)	290/300/335
Manganês (mg/d)	2,0 ^b
Potássio (mg/d)	2.600/2.900 ^b
Sódio (mg/d)	1.500 ^b
Vitamina A (mcg/d)	530/550
Vitamina B1 (mg/d)	1,2
Vitamina B2 (mg/d)	1,2
Vitamina B3 (mg/d)	14
Vitamina B6 (mg/d)	1,6
Vitamina B12 (mcg/d)	2,2
Vitamina C (mg/d)	66/70
Vitamina D (mcg/d)	10
Zinco (mg/d)	9,5/10,5

^aAMDR: faixa de distribuição aceitável de macronutrientes

^bEAR: necessidade média estimada; AI: ingestão adequada

Fontes *Dietary Reference Intakes*: Cálcio, Fósforo, Magnésio e Vitamina D (1997); Tiamina, Riboflavina, Niacina, Vitamina B6, Folato, Vitamina B12, Ácido pantotênico e Biotina (1998); Vitamina C, Vitamina E, Selênio e Carotenóides (2000); Vitamina A, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco (2001); Energia, Carboidrato, Fibra, Gordura, Ácidos graxos, Colesterol, Proteína e Aminoácidos (2005); Cálcio e Vitamina D (2011); Sódio e Potássio (2019)

4.5 Análise estatística dos dados

Os dados foram tabulados por dupla digitação através do programa Epi Info, versão 3.5.4, e após análise de consistência, o teste *Kolmogorov-Smirnov* foi aplicado para avaliar a adesão das variáveis quantitativas à distribuição normal. Foi realizada análise descritiva com cálculo de frequências absolutas e relativas, medidas de tendência

central e dispersão. As variáveis quantitativas com distribuição normal foram expressas em média e desvio-padrão e àquelas com distribuição não simétrica, em mediana e intervalo interquartil (IQR, primeiro e terceiro quartis). As variáveis categóricas foram apresentadas em números e porcentagem.

Os testes *t student* e *ANOVA* foram utilizados para comparar médias de variáveis independentes (peso ao nascer segundo as informações maternas e do bebê). Após realização do teste *ANOVA*, foi aplicado o teste *Post Hoc* de *Tukey*, para identificar a diferença estatística entre as categorias.

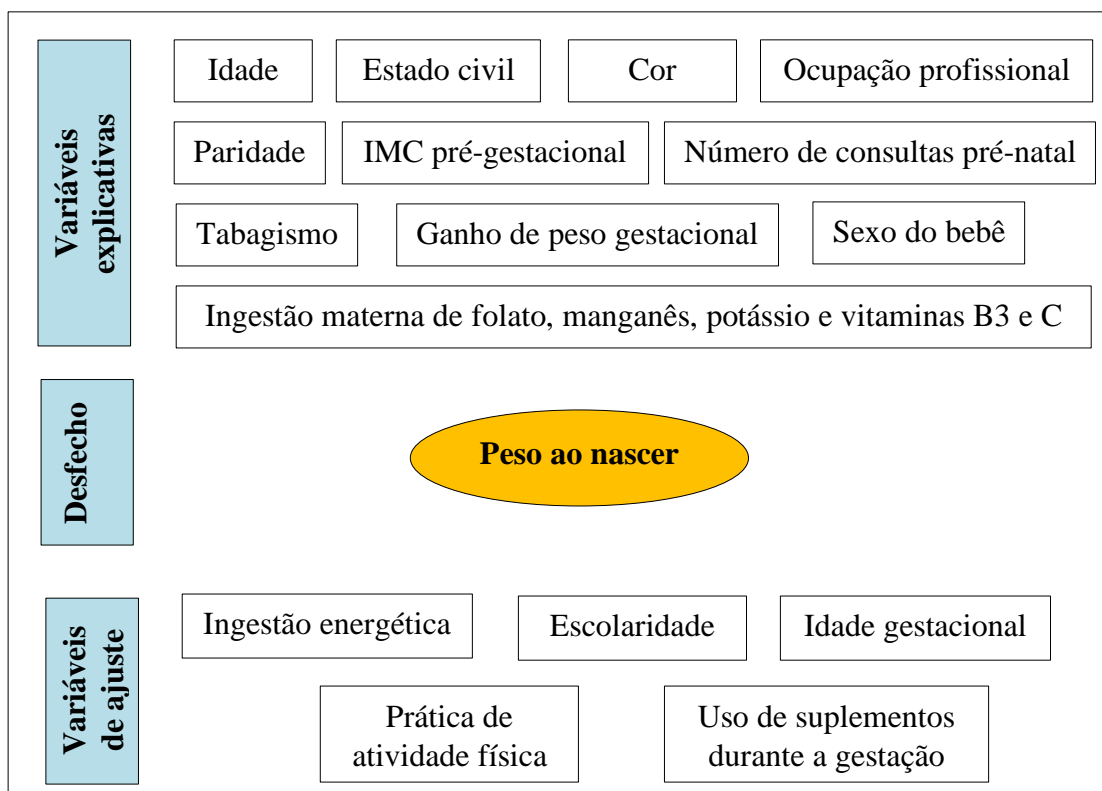
Foi aplicado o teste de Correlação de *Spearman*, para avaliar a correlação dos nutrientes com a ingestão energética e para verificar a relação entre as variáveis explicativas quantitativas (características maternas e ingestão de nutrientes) com o peso do bebê ao nascer.

Adicionalmente, foi realizada análise de sensibilidade para verificar a presença de diferença entre o uso de suplementos durante a gestação e as variáveis estudadas (peso ao nascer e variáveis explicativas).

Realizou-se ainda regressão linear múltipla, visando prever o peso ao nascer a partir de variáveis explicativas (características maternas e do bebê e ingestão de nutrientes durante a gestação). Para construção do modelo linear múltiplo foram incluídas todas as variáveis que apresentaram valor $p < 0,20$ na análise bivariada (Figura 3). No modelo final, utilizou-se o método *backward*, sendo que as variáveis com menor significância (maior valor p) foram retiradas uma a uma do modelo. O procedimento foi repetido até que todas as variáveis presentes no modelo possuíssem significância estatística ($p < 0,05$). As variáveis que se mostraram importantes para explicar o desfecho foram utilizadas como ajuste do modelo: consumo energético, escolaridade, idade gestacional, prática de atividade física e uso de suplementos durante a gestação. Os valores da regressão linear foram apresentados em valores de β , intervalo de confiança (IC) de 95% e valor p .

A significância do modelo final foi avaliada pelo teste F da análise de variância e a qualidade do ajuste pelo coeficiente de determinação (R^2). Os resíduos foram avaliados segundo as suposições de normalidade, homocedasticidade, linearidade e independência. Além disso, realizou-se a verificação de multicolinearidade entre as variáveis incluídas no modelo.

Figura 3. Variáveis utilizadas para a análise de associação entre o peso ao nascer e as características maternas e do bebê



Todas as análises foram realizadas com auxílio do software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 21.0. Adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para todas as análises realizadas.

4.6 Aspectos éticos

O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (nº 0079.0.203.000-10) e da Fundação Hospitalar de Minas Gerais (Fhemig) (CAAE – 76768017.7.0000.5149) (ANEXOS B e C). Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), conforme recomendações da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (APÊNDICE C).

4.7 Financiamento

O Projeto de pesquisa foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) (número APQ-01782-10) e Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (bolsa de produtividade - número 301555/2019-2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG). 35 anos FHEMIG: Modernidade, Tecnologia, Humanização. [acesso 2021 jan. 02]. Disponível em: http://www.fhemig.mg.gov.br/index.php/docman/Publicacoes-3/Publicacoes_Institucionais/765-revista-35-fhemig/file
2. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria n.1016, de 26 de agosto de 1993. Dispõe sobre as Normas Básicas de Alojamento Conjunto. Brasília (DF): ANVISA, 1993. [acesso 2021 jan. 02]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt1016_26_08_1993.html
3. Angkasa D, Tambunan V, Khusun H, Witjaksono F, Agustina R. Inadequate dietary α -linolenic acid intake among Indonesian pregnant women is associated with lower newborn weights in urban Jakarta. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(1):S9-S18.
4. Capelli JCS, Pontes JS, Pereira SEA, Silva AAM, Carmo CN, Boccolini CS, Almeida MFL. Peso ao nascer e fatores associados ao período pré-natal: Um estudo transversal em hospital maternidade de referência. *Cienc Saude Colet* 2014; 19(7):2063-2072.
5. Kac G, Benício MHDA, Velasquez-Meléndez G, Valente JG, Struchiner CJ. Breastfeeding and postpartum weight retention in a cohort of Brazilian women. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(3):487-493.
6. Institute of Medicine. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: National Academy Press, 2005. [acesso 2020 nov. 04]. Disponível em: <https://www.nap.edu/catalog/10490/dietary-reference-intakes-for-energy-carbohydrate-fiber-fat-fatty-acids-cholesterol-protein-and-amino-acids>
7. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 570, de 1º de Junho de 2000. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2000. [acesso 2021 jan. 20]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2000/prt0570_01_06_2000_rep.html
8. Silva LSV, Thiapó AP, Souza GG, Saunders C, Ramalho A. Micronutrientes na gestação e lactação. *Rev Bras Saude Mater Infant* 2007; 7(3): 237-244.

9. Brasil. Ministério da Saúde. Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN: orientações básicas para a coleta, o processamento, a análise de dados e a informação em serviços de saúde. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2004. [acesso 2021 jan. 03]. Disponível em: http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/orientacoes_basicas_sisvan.pdf
10. World Health Organization (WHO). Physical status: The use and Interpretation of Anthropometry. Technical report Series 854. Geneva, 1995, 452p.
11. Reis MO, Sousa TM, Oliveira MNS, Maioli TU, Santos LC. Factors Associated with Excessive Gestational Weight Gain Among Brazilian Mothers. *Breastfeed Med* 2019; 14(3):159-164.
12. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019 - Percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal - Brasil e grandes regiões. IBGE:2020. [acesso 2021 fev. 24]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101764>
13. Demitto MO, Gravena AAF, Dell’Agnolo CM, Antunes MB, Pelloso SM. High risk pregnancies and factors associated with neonatal death. *Rev Esc Enferm USP* 2017; 51:e03208.
14. Cucó G, Arija V, Iranzo R, Vilà J, Prieto MT, Fernández-Ballart J. Association of maternal protein intake before conception and throughout pregnancy with birth weight. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006; 85(4):413-442.
15. Foratori-Junior GA, Jesuino BG, Caracho RA, Orenha ES, Groppo FC, Sales-Peres SHC. Association between excessive maternal weight, periodontitis during the third trimester of pregnancy, and infants' health at birth. *J Appl Oral Sci* 2020; 28:e20190351.
16. Figueiredo ACMG, Gomes-Filho IS, Batista JET, Orrico GS, Porto ECL, Cruz Pimenta RM, Dos Santos Conceição S, Brito SM, Ramos MSX, Sena MCF, Vilasboas SWSL, Seixas da Cruz S, Pereira MG. Maternal anemia and birth weight: A prospective cohort study. *PLoS ONE* 2019; 14(3):e0212817.
17. Ribeiro AC, Sávio KEO, Rodrigues MLCF, Costa THM, Schmitz BAS. Validação de um questionário de frequência de consumo alimentar para a população adulta. *Rev Nutr* 2006; 19(5):553-562.
18. Pinheiro AB, Lacerda EMA, Benzecry EH, Gomes MCS, Costa VM. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. 131 p.

19. Pacheco M. Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos. Rio de Janeiro: Rubio, 2006. 654 p.
20. Brasil. Ministério da Saúde. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA – UNICAMP – 4. ed. rev. e ampl. - Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. [acesso 2020 out. 02]. Disponível em: <http://www.nepa.unicamp.br/taco/tabela.php?ativo=tabela>
21. Brasil. Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009. Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil. IBGE:2011. [acesso 2020 out. 02]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50002.pdf>
22. Philippi, ST (2002). Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 2 ed. São Paulo: Metha Ltda, 135p.
23. Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. *Nutrients* 2019; 11(2):E443.
24. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. IBGE:2019. [acesso 2020 out. 15]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>
25. Institute of Medicine. Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines. Washington, DC: National Academy Press, 2009. [acesso 2020 nov. 10]. Disponível em: <https://www.nap.edu/catalog/12584/weight-gain-during-pregnancy-reexamining-the-guidelines>
26. Institute of Medicine. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. Washington, DC: National Academy Press, 2019. [acesso 2020 out. 01]. Disponível em: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=5776.
27. Hjertholm KG, Iversen PO, Holmboe-Ottesen G, Mdala I, Munthali A, Maleta K, Shi Z, Ferguson E, Kamudoni P. Maternal dietary intake during pregnancy and its association to birth size in rural Malawi: A cross-sectional study. *Matern Child Nutr* 2018; 14:e12433.
28. Silva Neto LGR, Tenório MB, Ferreira RC, Oliveira ACM. Intake of antioxidants nutrients by pregnant women: Associated factors. *Rev Nutr* 2018; 31(4):353-362.
29. Hyde NK, Brennan-Olsen SL, Wark JD, Hosking SM, Pasco JA. Maternal Dietary Nutrient Intake During Pregnancy and Offspring Linear Growth and Bone: The Vitamin D in Pregnancy Study. *Calcif Tissue Int* 2016; 100(1):47-54.

Resultados e discussão

5 ARTIGO ORIGINAL COM DADOS PRIMÁRIOS

O presente artigo aborda, a partir de uma investigação em uma maternidade de referência, a influência da ingestão materna de nutrientes durante a gestação no peso ao nascer de bebês a termo.

O artigo encontra-se submetido na revista *Nutrition*, Qualis Capes A2 para Nutrição e Qualis B1 para Medicina 2.

5.1 Artigo 2

Maternal vitamins B3 and C intake influence at pregnancy on the birth weight at term

Running head: Maternal nutrient intake and birth weight

Rafaela Cristina Vieira e Souza¹, Cristianny Miranda¹, Luana Caroline dos Santos¹

1. Federal University of Minas Gerais, School of Nursing, Department of Nutrition. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Rafaela Cristina Vieira e Souza

 <https://orcid.org/0000-0003-2212-3776>

Cristianny Miranda

 <https://orcid.org/0000-0002-6962-5784>

Luana Caroline dos Santos

 <https://orcid.org/0000-0001-9836-3704>

Author responsible for exchanging correspondence and pre-publication contacts:

Rafaela Cristina Vieira e Souza - Avenida Professor Alfredo Balena, 190 - room 324, School of Nursing, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 30130-100. Telephone: +55 (31) 3409-8036. E-mail: rafasouzacec@gmail.com. Fax: +55 (31) 3409-9860.

Word count: 4,956

Tables: 3

Figures: 1

Acknowledgements: We appreciate all the support of Odete Valadares Maternity team (Brazil) and Federal University of Minas Gerais (Brazil), where this work was performed of.

Funding: The current research was supported by Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (grant number APQ-01782-10) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (productivity scholarship - grant number 301555/2019-2). Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico had no role in the design, analysis or writing of this article.

Availability of data and material: All data generated or analysed during this study are included in this published article.

Authors' contributions: Rafaela Cristina Vieira e Souza had the idea for the article, performed the bibliographic review, conception, analysis and interpretation of data and final writing. Cristianny Miranda carried out a critical analysis of the results and support the writing. Luana Caroline dos Santos carried out a critical analysis of the results, support for writing and analysis, revised the manuscript and approved the final version of the article.

Ethics approval: The study was approved by the Ethical Committee of Federal University of Minas Gerais and Hospitalar Foundation of Minas Gerais.

Consent to participate: Eligible participants were informed about the objectives and procedures of the study. All participants provided written informed consent before enrolment. The procedures used were in accordance with the ethical standards of the responsible institutional or regional committee on human experimentation or in accordance with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 1983.

Consent for publication: Not applicable.

Maternal vitamins B3 and C intake influence at pregnancy on the birth weight at term

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to examine the influence of maternal nutrients intake during pregnancy on the baby's birth weight at term.

Methods: A cross-sectional study design was used to evaluate a sample of women aged 18-44 years at postpartum period in a public maternity (2018-2019), with dietary intake collected by a validated food frequency questionnaire (n=626 mother-offspring pairs). A multivariable linear regression model was used to identify the influence of nutrient intake during pregnancy on the baby's birth weight at term. Such model was adjusted for maternal energy intake, education level, gestational age, physical activity, and supplementation during pregnancy.

Results: The maternal intake of vitamins B3 and C was associated with an increase on birth weight ($\beta=0.01$; 95% CI 0.01, 0.02; $p=0.01$; $\beta=0.01$; CI 0.01, 0.02; $p=0.02$, respectively). Pre-pregnancy body mass index ($\beta=0.01$; 95% CI 0.01, 0.02; $p=0.001$), gestational weight gain ($\beta=0.02$; 95% CI 0.01, 0.02; $p<0.001$) and parity ($\beta=0.05$; 95% CI 0.02, 0.09; $p=0.001$) and male babies ($\beta=0.08$; 95% CI 0.01, 0.02; $p=0.02$) also contribute to increase birth weight. These variables explained about 27% of the variation of this outcome (adjusted $R^2=0.27$; $p<0.001$).

Conclusion: Our findings evidence that the maternal intake of vitamins B3 and C influence birth weight increase. In addition, pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain, parity and male babies contributed to the same outcome.

Keywords: Birth Weight; Nutrients; Niacinamide; Ascorbic Acid; Pregnancy.

HIGHLIGHTS

- In the present study, we used a high number of foods to measure maternal consumption at pregnancy.
- Maternal intake of vitamins B3 and C influence positively on birth weight.
- Other maternal factors, like pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain, parity and male babies contributed to the same outcome.

INTRODUCTION

It is known that nutritional requirements increase during pregnancy, and adequate energy and nutrient intake are crucial to support placental and fetal development and

growth. Moreover, they prevent negative outcomes at birth and long-term consequences [1,2]. Multiple studies suggest that maternal diet can influence fetal growth directly or indirectly. For instance, a diet rich in milk, fruits, vegetables and fish could positively affect maternal body weight, assist in fetus metabolism, and consequently decrease the risk of preterm delivery, low birth weight and gestational diabetes [3-5].

However, that context is complex, since several maternal characteristics could affect pregnancy dietary intake, i.e., age, education, smoking habits, parity, pre-pregnancy body mass index (BMI) and socioeconomic circumstances [4,6]. Higher levels of education and older pregnant women tend to eat more fruits and vegetables, as well as larger quantities of micronutrients. Conversely, smoking mothers and high pre-pregnancy BMI are associated with low intake of fibers and several minerals, and high intakes of saturated fats [4].

Therefore, some evidences suggests that each macro and micronutrients intake plays different roles on pregnant body, that affect substantially newborn's outcomes, such, fetal adiposity, length and head circumference, and birth weight [5,7-9]. The latter has been the most studied one, as this measurement at birth is one of the most important outcomes, being associated with the newborn's health and survival, besides being a sensitive and reliable health indicator [10]. Among the main baby's bodily functions that could be modified by the adequate nutrient intake at pregnancy, the structural (cell membranes, tissue formation, DNA synthesis), functional (release energy in cells, transport, hormones, biological mechanisms), growth and immune system activities stand out [1].

The latest specific recommendations for nutrient intake during and after pregnancy aiming to prevent unfavorable infant outcomes have been applied in developed countries [2]. However, researches focused on this theme are limited in developing countries. Some of the few studies that have been carried out overlooked some important nutrients such as zinc, fibre or B-complex vitamins. Thus, there is a lack of evidence and the results remain inconclusive. It is expected that the appropriate intake of nutrients will positively impact on the baby's birth weight. Similarly, the purpose of this study was to examine the influence of maternal nutrient intake during pregnancy on baby's birth weight at term.

MATERIAL AND METHODS

Study design and participants

A cross-sectional study was conducted in a public maternity unit in a Brazilian metropolis, with rooming-in puerperal women, between 2018 and 2019.

Some exclusion criteria were adopted, as they could interfere with the birth weight [11,12]: women under 18 years, twin pregnancies, patients with pre-pregnancy diabetes, Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS), and complications during pregnancy, including severe hypertension (eclampsia and pre-eclampsia) and gestational diabetes.

The sample size was estimated at 302 mother-infant pairs, adopting a 95% confidence interval (CI), an error of 5% and formula for descriptive purposes, and a finite population (about 8,400 rooming-in mothers treated by the maternity during the study period), using the maximum prevalence of inadequacy of nutrient intake described in a similar study (71.6%) [9].

Data was collected during immediate postpartum period by previously trained interviewers with a university degree in nutrition, and supervised nutrition undergraduates.

A structured questionnaire elaborated by the researchers was used during the interview, containing information about the mothers and their child. The following socioeconomic, demographic, and health status information were collected: age (in years), marital status (single/divorced/widowed or married/stable union), education level (elementary school or below, high school, or higher education or above), self-declared skin color (black, brown, or white), professional occupation (paid work or no remuneration), per capita income (up to ½ minimum wage or higher or equal than ½ minimum wage) and smoking status (current, previous or never).

Additionally, information was obtained about the practice of maternal physical activity before and during pregnancy, classified as sedentary, low active, active or very active [13]. For analysis purposes, women were classified as sedentary or non-sedentary. Information about delivery and prenatal care was included: number of prenatal consultations (<6, ≥ 6 and none) [14], use of supplements during pregnancy (yes or no), route of delivery (vaginal and cesarean) and parity.

Maternal anthropometric data covered pre-pregnancy weight, height and gestational weight gain (GWG). The pre-pregnancy weight and the GWG were reported by the woman or obtained from the woman's gestational record (subtraction between the weight obtained in the last prenatal consultation and pre-pregnancy weight) when necessary. The height was taken by the researchers according to previous

recommendations [15]. To determine the pre-pregnancy maternal nutritional status, the body mass index was adopted as an indicator [$BMI = \text{weight}(\text{kg}) / \text{height}(\text{m})^2$] [16].

Sex and gestational age (in weeks) of the baby were collected. The baby's birth weight obtained from the participants' medical records was taken by the maternity nursing team right after birth. Gestational age was self-reported by the mother and was defined as the time interval from the first day of the last menstrual cycle to the date of delivery.

This study was conducted in accordance with the Helsinki Declaration, and all procedures involving human subjects were approved by the Ethical Committee of Federal University of Minas Gerais and Hospitalar Foundation of Minas Gerais. Written informed consent was obtained from all participants.

Maternal nutrient intake

Dietary data during pregnancy were collected during postpartum period using a validated semiquantitative food frequency questionnaire (FFQ) [17] adapted for our research purposes. It is a questionnaire consisting of 94 foods, each of which had its respective frequency of consumption (1 time/day, 2 times or more/day, 5 to 6 times/week, 2 to 4 times/week, 1 time/week, 1 to 3 times/month and rare/never) and portion sizes expressed in standard measurements [18,19].

The results of food consumption were transformed into daily intake. The conversion to nutrients was performed in the Stata/SE software, version 14.2, and Brazilian food composition tables [20-22] and food labels were used when necessary. In addition to energy intake, the nutrients analyzed were: carbohydrate, fiber, protein, total fat, omega-3, omega-6, cholesterol, calcium, copper, iron, folate, phosphorus, magnesium, manganese, potassium, sodium, zinc and vitamins A, B1, B2, B3, B6, B12, C and D, considering that each one of these variables has important functions in the baby's intrauterine development [1].

When maternal energy consumption was lower than 300 Kcal/day or greater than 10,000 Kcal/day, its consistency was assessed and in case of data confirmation, mothers were excluded from the analyses (n=6) [23].

For the calculation of energy adequacy, the trimester average of the calculation of the EER (Estimate Energy Requirement) for pregnant women was used, with the respective standard deviations (SD) [24]. Pre-pregnancy maternal weight was used for the calculation. Maternal energy consumption was considered inadequate when it presented results above or below the acceptable range.

The prevalence of inadequate macronutrients intake was analyzed according to AMDR (Acceptable Macronutrient Distribution Range) values [24]. For micronutrients, a qualitative assessment was carried out considering the recommended values of EAR (Estimated Average Requirement). For nutrients that do not have established EAR values, the AI (Adequate Intake) value was used [24,25]. Values below the cut-off points were considered inadequate. The intake of supplements during pregnancy was not considered for these analyses, as performed in other works [7,26,27].

Statistical analysis

Data were tabulated by double entry using the Epi Info program (Epi Info for Windows, Version 3.5.4; Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA) and after consistency analysis, data were assessed for normality using the Kolmogorov-Smirnov test. The descriptive analysis was presented through absolute and relative frequencies, measures of central tendency and dispersion. Quantitative variables were expressed as mean and SD and median and interquartile range (IQR, first and third quartiles).

The tests t Student and ANOVA were used to compare means of independent variables (maternal and baby's characteristics) and the outcome (birth weight). After performing the ANOVA test, Tukey's Post Hoc test was applied. The Spearman correlations tests were used to assess the correlation between energy and nutrients intake, and between nutrients and quantitative variables with birth weight. In addition, a sensitivity analysis was performed to verify if there was a difference between the results found and the use of supplements during pregnancy.

Associations between explicative variables and birth weight were determined by multivariable linear regression model. The variables that presented $p < 0.20$ in the bivariate analysis were included in the regression model, with backward elimination. The final model adjustment was performed using variables that literature proved to be important to explain the outcome: energy intake, education level, gestational age, physical activity and use of supplements during pregnancy. The final model significance was assessed by the F test of the analysis of variance and the quality of the adjustment by the coefficient of determination (R^2).

The analyses were performed using the software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Statistics for Windows, Version 22.0; IBM Corp, Armonk, NY, USA). Statistical significance was set at $p < 0.05$ for all analyses performed.

RESULTS

Sample characteristics

The final sample consisted of 626 nursing mothers, with a median of 26 (IQR 22-31) years old. The majority of the sample reported being primiparous (48.6%), having high school (65.9%), paid work (65.4%) and never smoked (77.6%). Regarding prenatal care, 88.0% had 6 or more prenatal consultations, and 88.5% used supplements during pregnancy, the main ones reported being folic acid, iron and multivitamins (Table 1). The mean of the pre-pregnancy BMI was 24.5 (SD 4.8) Kg/m² and the GWG was 11.9 (SD 5.5) Kg.

Regarding the anthropometric data of babies, the mean birth weight was 3.2 (SD 0.4) kg, with a median gestational age of 39 (IQR 38-40) weeks. The prevalence of births with low birth weight (<2,500g), insufficient birth weight (2,500g to 3,000g) and macrosomia (>4,000g) was 6.9%, 25.2% and 3.3%, respectively.

The median maternal energy intake was 2901.1 (IQR 2208.0-3960.3) Kcal/day, with 14.9% with insufficient intake, and 62.7% excessive. The contribution of macronutrients was 56.0% (IQR 41.3-78.0) of carbohydrates, 16.2% (IQR 12.3-20.6) of proteins and 27.8% (IQR 19.6-39.9) of total fats. There was an inadequacy of more than 50% of omega-6, iron, folate and vitamin B6 intake. About 90% of women reached the recommendation of daily intake of macronutrients (carbohydrates, proteins and lipids), however their fractions (fibers, omega-3 and omega-6) and some minerals and vitamins (calcium, folate, iron, potassium, sodium and vitamins A, B6 and C) were highly inadequate (Table 2).

Effect of maternal characteristics on birth weight

The average of birth weight differed according to marital status, number of prenatal consultations, smoking status and newborn sex ($p < 0.05$) (Table 1).

Maternal vitamin B3 ($r = 0.11$; $p = 0.01$) and vitamin C ($r = 0.09$; $p = 0.03$) intake, pre-pregnancy BMI ($r = 0.19$; $p < 0.001$), GWG ($r = 0.25$; $p < 0.001$) and parity ($r = 0.10$; $p = 0.02$) were weak correlated with birth weight (Figure 1). The other analyses between daily

nutrient intake during pregnancy and maternal characteristics with the outcome were not statistically significant ($p>0.05$).

The sensitivity analysis showed that the use of supplements during pregnancy influences maternal education level ($p=0.01$), number of prenatal consultations ($p<0.001$) and parity ($p<0.001$).

Higher maternal intake of vitamins B3 and C, pre-pregnancy BMI, GWG, parity, and male babies were predictors of the increase in birth weight, even with adjustments for energy, education level, gestational age, physical activity and use of supplements during pregnancy, and it explained about 27% of the variation in this outcome (Table 3).

DISCUSSION

The current study suggests that vitamin B3 and C intake among Brazilian pregnant women was significantly associated with an increase on birth weight, even after adjustments. Although other nutrients did not influence the outcome, these findings indicate that the micronutrient composition of maternal diet is important for birth outcomes.

The mean babies birth weight (and prevalence of inadequacy – low, insufficient and macrosomia), even in a public maternity hospital, was similar to other works [5,8,9,28]. The literature also shows similar results from the macronutrients contribution to the maternal energy intake found in this study [7,9,23].

We have found that Brazilian pregnant women tended to have dietary intake lower than the Dietary Reference Intakes for some nutrients, which matched to previous studies results [7,9,10,23,26]. In a Brazilian population-based study, when the food consumption of women aged 19 to 59 years was assessed, an inadequacy of more than 50% was found in calcium, magnesium, vitamins A, B1, B2, B6, D, E and folate intakes [23]. This inadequacy can directly lead to complications for the mother and baby, reinforcing the importance of monitoring maternal food consumption, supplementing micronutrients when necessary, and nutritional orientations during pregnancy.

Due to the high inadequacies of nutrient intake of the world population, some countries adopted food fortification programs to prevent deficiencies, such as the vitamin D fortification in milk, salt iodization and flours and cereals enriched with folate. These fortifications programs are applied to cope with the increasing of nutrient demands during pregnancy [1]. In addition to these strategies, Brazil have developed actions since 2005, that recommend iron and folic acid prophylactic supplementation for pregnant women

from prenatal care, regardless of gestational age, to the third month postpartum [29]. Despite the supplementation programs implemented, the nutrients commonly supplemented in this study were not those associated with the outcome.

We found a positive association between maternal vitamin C intake and birth weight, as discovered in previous studies [3,6,7,26,30]. A Japanese large birth cohort study recently showed that vitamin C intake during pregnancy has a positive association with weight and length at birth ($p < 0.001$) [3]. In another work with a group of full-term babies, an increase of 1 mg/ml in the serum vitamin C level during the second trimester of pregnancy could increase the birth weight by 27.2 g ($p = 0.02$) and birth length by 0.17 cm ($p = 0.006$) [30].

These results can be explained by the fact that vitamin C is an important dietary hydrophilic antioxidant and its metabolism is responsible to make electron donation that reacts with free radicals to form some products like water, thus protecting important cell structural components against oxidative stress and damage. Vitamin C is also involved in collagen synthesis, a primary component of tissue, Therefore, it is likely that this nutrient can help in reducing oxidative stress, promoting better blood flow, nutrient supply and consequently, fetal growth [1,6,30,31].

Our study also found positive association between vitamin B3 intake and birth weight. However, few studies examined the relationship between this nutrient and fetal growth closely. An Iranian study showed that there is a weak positive correlation between the intake of some micronutrients and birth weight, among them Vitamin B3 stands out ($p < 0.05$) [32]. Another works evidenced no association [7,33,34]. Possible reasons for literature inconsistency include sample size characteristics, differences in baseline nutritional status, maternal food consumption was assessed, and controlling for confounders. The literature has shown that niacin (B3) and other complex B vitamins are essential cofactors to produce and release energy in cells and for the metabolism of all macronutrients [1].

Vitamins C and B3 deficiency at pregnancy can result in marked metabolic effects on mothers and impaired fetal growth [1,32]. At this period, to prevent unfavorable outcomes for the baby, dietary intake of these nutrients should be improved through the consumption of food sources like fish, meat, poultry, papaya, orange, lemon, acerola, guava, cashew, green leafy vegetables, tomatoes and pumpkin. However, robust evidences suggests that is inconclusive the benefits of supplement these nutrients in preventing better outcomes at birth [1,35], reinforcing the importance of healthy eating.

Another finding was the associations between GWG, pre-pregnancy BMI, parity, male babies and higher birth weight. In accordance with our results, a recent meta-analysis [36] evidenced that GWG above the recommendations was associated with lower risk of small for gestational age (OR 0.66; CI 95% 0.63-0.69) and higher risk of large for gestational age babies (OR 1.85; CI 95% 1.76-1.95). McDonald et al. [37] evaluated pregnant women in different cities in eastern Canada and found similar results across the sample: women with pre-pregnancy excess weight (overweight and obesity) and multiparous had significant low chances to have small for gestational age babies. Additionally, a larger study showed through growth curves that male babies were significantly heavier, longer and had greater head circumference at birth ($p < 0.001$) than girls [38]. GWG and pre-pregnancy nutritional status above or below the guidelines range was associated with greater risk of maternal and infant adverse outcomes, and this reinforces the importance of pre-pregnancy maternal health, nutritional advisements and more rigorous monitoring of GWG during prenatal care [1,36].

Limitations of this study were pre-pregnancy weight and GWG self-declared. However, it is evident in the literature an almost perfect agreement between measured and self-reported weight measurements in a Brazilian adult population [39]. In addition, all dietary assessment methods have limitations; the FFQ can lead to misreporting exact quantities of nutrients intake, mainly because of maternal memory. Furthermore, similarly to other works, [9,40] we used a validated semiquantitative FFQ nutrient instrument, which provides a validated measurement of habitual dietary intake and reinforces the reliability of the results.

One strength of this study is that few works in Latin America investigated the association between dietary intake during pregnancy and offspring outcomes. The authors are unaware of national works that investigated a large amount of nutrients, from different food sources. Additionally, we conducted a pilot study to test the instruments used, and we rigorously trained interviewers before the formal research. Our findings suggests that an adequate consumption of vitamins B3 and C may not only improve maternal nutrition and fill gaps in maternal and child health, but may also be important to reduce low birth weight rates.

We excluded some maternal characteristics to avoid reverse causation, such as gestational diabetes mellitus, preeclampsia, and eclampsia, and that is why our results apply to a relatively healthy sample. Future studies should prospectively assess diet before the conception and at different stages of gestation, prior to the development of

these maternal complications, and analyze the potential interference in birth outcomes. It is also important that new works estimate the biochemical parameters related to these nutrients.

CONCLUSION

We have found that the maternal intake of vitamins B3 and C, as well as pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain, parity and male babies were positively associated with birth weight. Such findings can be important for the development of strategic actions, encouraging nutritional care, through the consumption of these nutrients food sources, such as meat, cereals, yeast, peanuts and citrus fruits. Besides stimulating healthy dietary habits, more studies about specific nutrients supplementation when food intake does not meet the recommendations should also be considered, in order to improve maternal nutritional status and promote optimal offspring growth.

REFERENCES

1. Mousa A, Naqash A, Lim S (2019) Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. *Nutrients* 11(2):E443. <https://doi.org/10.3390/nu11020443>
2. Borg S ter, Koopman N, Verkaik-Kloosterman J (2019) Food Consumption, Nutrient Intake and Status during the First 1000 Days of Life in The Netherlands: A Systematic Review. *Nutrients* 11(4):860. <https://doi.org/10.3390/nu11040860>
3. Eshak ES, Okada C, Baba S, Kimura T, Ikehara S, Sato T, Shirai K, Hiroyasu Iso for the Japan Environment and Children's Study Group (2020) Maternal total energy, macronutrient and vitamin intakes during pregnancy associated with the offspring's birth size in the Japan Environment and Children's Study. *Br J Nutr* 124(6):558-66. <https://doi.org/10.1017/S0007114520001397>
4. Stråvik M, Jonsson K, Hartvigsson O, Sandin A, Wold AE, Sandberg AS, Barman M (2019) Food and Nutrient Intake during Pregnancy in Relation to Maternal Characteristics: Results from the NICE Birth Cohort in Northern Sweden. *Nutrients* 11(7):1680. <https://doi.org/10.3390/nu11071680>
5. Günther J, Hoffmann J, Spies M, Meyer D, Kunath J, Stecher L, Rosenfeld E, Kick L, Rauh K, Hauner H (2018) Associations between the Prenatal Diet and Neonatal

Outcomes – A Secondary Analysis of the Cluster-Randomised GeliS Trial. *Nutrients* 11(8):1889. <https://doi.org/10.3390/nu11081889>

6. Jain SK, Wise R, Yanamandra K, Dhanireddy R, Bocchini JA (2008) The effect of maternal and cord-blood vitamin C, vitamin E and lipid peroxide levels on newborn birth weight. *Mol Cell Biochem* 309(1-2):217-21. <https://doi.org/10.1007/s11010-007-9638-8>

7. Hjertholm KG, Iversen PO, Holmboe-Ottesen G, Mdala I, Munthali A, Maleta K, Shi Z, Ferguson E, Kamudoni P (2018) Maternal dietary intake during pregnancy and its association to birth size in rural Malawi: A cross-sectional study. *Matern Child Nutr* 14:e12433. <https://doi.org/10.1111/mcn.12433>

8. Morisaki N, Nagata C, Yasuo S, Morokuma S, Kato K, Sanefuji M, Shibata E, Tsuji M, Senju A, Kawamoto T, Ohga S, Kusuhara K, Japan Environment and Children's Study Group (2018) Optimal protein intake during pregnancy for reducing the risk of fetal growth restriction: the Japan Environment and Children's Study. *Br J Nutr* 120(12):1432-40. <https://doi.org/10.1017/S000711451800291X>

9. Angkasa D, Tambunan V, Khusun H, Witjaksono F, Agustina R (2017) Inadequate dietary α -linolenic acid intake among Indonesian pregnant women is associated with lower newborn weights in urban Jakarta. *Asia Pac J Clin Nutr* 26(1):S9-18. <https://doi.org/10.6133/apjcn.062017.s1>

10. Khoushabi F, Saraswathi G (2010) Association Between Maternal Nutrition Status and Birth Weight of Neonates in Selected Hospitals in Mysore City, India. *Pak J Nutr* 9(12):1124-30. <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.1124.1130>

11. Kac G, Benício MHDA, Velasquez-Meléndez G, Valente JG, Struchiner CJ (2004) Breastfeeding and postpartum weight retention in a cohort of Brazilian women. *Am J Clin Nutr* 79(3):487-93. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.3.487>

12. Capelli JCS, Pontes JS, Almeida MFL, Carmo CN, Pereira SEA, Boccolini CS, Silva AAM (2014) Peso ao nascer e fatores associados ao período pré-natal: Um estudo transversal em hospital maternidade de referência. *Cienc Saude Colet* 19(7):2063-72. <https://doi.org/10.1590/1413-81232014197.20692013>

13. Institute of Medicine (2005) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. *Dietary reference intakes: energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington, DC: National Academy Press, 1358 p. <http://www.nap.edu/books/0309085373/html/> Accessed Dec 2020

14. Health Ministry (2000) Minister's office. Ordinance n. 570, 1st June, 2000. Brasília DF: Health Ministry. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2000/prt0570_01_06_2000_rep.html Accessed Jan 2021
15. National Health Service (2004) Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN: orientações básicas para a coleta, o processamento, a análise de dados e a informação em serviços de saúde. Brasília; Brazil; 119p. http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/orientacoes_basicas_sisvan.pdf Accessed Dec 2020
16. World Health Organization (1995) Physical status: The use and Interpretation of Anthropometry. Technical report Series 854. Geneva, 452p.
17. Ribeiro AC, Sávio KEO, Rodrigues MLCF, Costa THM, Schmitz BAS (2006) Validação de um questionário de frequência de consumo alimentar para a população adulta. Rev Nutr 19(5):553-62. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000500003>
18. Pacheco M (2006) Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos. Rio de Janeiro: Rubio, 654 p.
19. Pinheiro AB, Lacerda EMA, Benzecry EH, Gomes MCS, Costa VM (2004) Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 131 p.
20. National Health Service (2011). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl. - Campinas: NEPA-UNICAMP, Brazil, 164 p. <http://www.nepa.unicamp.br/taco/tabela.php?ativo=tabela> Accessed Dec 2020
21. Brazilian Statistics Institute (2011). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009 – Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil. IBGE:2011, 351 p. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50002.pdf> Accessed Jan 2021
22. Philippi, ST (2002). Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 2 ed. São Paulo: Metha Ltda, 135p.
23. Brazilian Statistics Institute (2019) Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017/2018 – Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. IBGE:2019, 125 p. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf> Accessed Jan 2021
24. Institute of Medicine (2009) Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines. Washington, DC: National Academy Press, 868 p.

<https://www.nap.edu/catalog/12584/weight-gain-during-pregnancy-reexamining-the-guidelines> Accessed Jan 2021

25. Institute of Medicine (2019) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. Washington, DC: National Academy Press, 594 p. http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=5776 Accessed Jan 2021

26. Silva Neto LGR, Tenório MB, Ferreira RC, Oliveira ACM de (2018) Intake of antioxidants nutrients by pregnant women: Associated factors. *Rev Nutr* 31(4):353-62. <https://doi.org/10.1590/1678-98652018000400001>

27. Hyde NK, Brennan-Olsen SL, Wark JD, Hosking SM, Pasco JA (2016) Maternal Dietary Nutrient Intake During Pregnancy and Offspring Linear Growth and Bone: The Vitamin D in Pregnancy Cohort Study. *Calcif Tissue Int* 100(1):47-54. <https://doi.org/10.1007/s00223-016-0199-2>

28. Figueiredo ACMG, Gomes-Filho IS, Batista JET, Orrico GS, Porto ECL, Cruz Pimenta RM, Dos Santos Conceição S, Brito SM, Ramos MSX, Sena MCF, Vilasboas SWSL, Seixas da Cruz S, Pereira MG (2019) Maternal anemia and birth weight: A prospective cohort study. *PLoS ONE* 14(3):e0212817. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212817>

29. National Health Service (2013) Programa Nacional de Suplementação de Ferro - Manual de Condutas Gerais. Brasília; Brazil; 27p. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_suplementacao_ferro_condutas_gerais.pdf Accessed Feb 2021

30. Lee BE, Hong YC, Lee KH, Kim YJ, Kim WK, Chang NS, Park EA, Park HS, Hann HJ (2004) Influence of maternal serum levels of vitamins C and E during the second trimester on birth weight and length. *Eur J Clin Nutr* 58(10):1365-71. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601976>

31. Carr AC, Carr SM (2017) Vitamin C and Immune Function. *Nutrients* 9(11):1211. <https://doi.org/10.3390/nu9111211>

32. Mansourian M, Mohammadi R, Marateb HR, Yazdani A, Goodarzi-Khoigani M, Molavi S (2017) Comprehensive maternal characteristics associated with birth weight: Bayesian modeling in a prospective cohort study from Iran. *J Res Med Sci* 22:107. https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_926_16

33. Lagiou P, Mucci L, Tamimi R, Kuper H, Lagiou A, Hsieh CC, Trichopoulos D (2005) Micronutrient intake during pregnancy in relation to birth size. *Eur J Nutr*, 44(1):52-9. <https://doi.org/10.1007/s00394-004-0491-1>
34. Watson PE, McDonald BW (2010) The association of maternal diet and dietary supplement intake in pregnant New Zealand women with infant birthweight. *Eur J Clin Nutr* 64(2):184-93. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.134>
35. Rumbold A, Ota E, Nagata C, Shahrook S, Crowther CA (2015) Vitamin C supplementation in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 9:CD004072. <http://www.doi.org/10.1002/14651858.CD004072>
36. Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S, Misso M, Boyle JA, Black MH, Li N, Hu G, Corrado F, Rode L, Kim YJ, Haugen M, Song WO, Kim MH, Bogaerts A, Devlieger R, Chung JH, Teede HJ (2017) Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA* 317(21):2207-25. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.3635>
37. McDonald SD, Woolcott C, Chapinal N, Guo Y, Murphy P, Dzakpasu S (2018) Interprovincial variation in pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain and their impact on neonatal birth weight with respect to small and large for gestational age. *Can J Public Health* 109(4):527-38. <https://doi.org/10.17269/s41997-018-0086-x>
38. Galjaard S, Ameye L, Lees CC, Pexsters A, Bourne T, Timmerman D, Devlieger R (2019) Sex differences in fetal growth and immediate birth outcomes in a low-risk Caucasian population. *Biol Sex Differ* 10(1):48. <https://doi.org/10.1186/s13293-019-0261-7>
39. Miranda AES, Ferreira AVM, Oliveira FLP de, Hermsdorff HHM, Bressan J, Pimenta AM (2017) Validação da síndrome metabólica e de seus componentes autodeclarados no estudo CUME. *REME* 21:e1069. <http://www.doi.org/10.5935/1415-2762.20170079>
40. Li S, Liu D, Zhang R, Lei F, Liu X, Cheng Y, Li C, Xiao M, Guo L, Li M, Zhang B, Zhu Z, Shi G, Liu Y, Dang S, Yan H (2019) The association of maternal dietary folate intake and folic acid supplementation with small-for-gestational-age births: a cross-sectional study in Northwest China. *Br J Nutr* 122(4):459-67. <https://doi.org/10.1017/S0007114519001272>

Table 1 Main maternal characteristics according to baby's birth weight (n=626)

Variables	Sample	Birth weight (kg)	p value*
	n(%)	Mean(SD)	
Marital status			
Single/divorced/widowed	341(54.5)	3.13(0.45)	0.001
Married/stable union	285(45.5)	3.23(0.42)	
Education level			
Elementary school or below	103(16.5)	3.15(0.47)	0.34**
High school	412(65.9)	3.20(0.43)	
Higher school or above	110(17.6)	3.13(0.45)	
Color			
Black	117(22.3)	3.17(0.42)	0.06**
Brown	313(59.6)	3.16(0.44)	
White	95(18.1)	3.28(0.44)	
Professional occupation			
Paid work	394(65.4)	3.20(0.43)	0.15
No remuneration	208(34.6)	3.14(0.45)	
Per capita income (minimum wage)^a			
< 0,5	245(42.9)	3.17(0.44)	0.65
≥ 0,5	326(57.1)	3.19(0.44)	
Number of prenatal consultations			
1-5	71(11.5)	3.00(0.44) ^b	0.001**
≥ 6	546(88.0)	3.20(0.44) ^b	
None	3(0.5)	3.03(0.16)	
Smoking status			
Current	36(6.9)	2.94(0.44) ^{b,c}	0.001**
Previous	81(15.5)	3.21(0.44) ^b	
Never	407(77.6)	3.20(0.43) ^c	
Physical activity			
Sedentary	553(89.8)	3.17(0.44)	0.30
Non-sedentary	63(10.2)	3.23(0.42)	
Use of supplements during pregnancy			
Yes	531(88.5)	3.18(0.44)	0.61
No	69(11.5)	3.20(0.46)	
Route of delivery			
Vaginal	474(76.1)	3.17(0.44)	0.40
Cesarean	149(23.9)	3.21(0.44)	
Newborn sex			
Male	327(52.7)	3.22(0.44)	0.01
Female	293(47.3)	3,13(0.43)	

^aBrazilian minimum wage (2018/2019): R\$980.0/≅\$268. The Brazilian minimum wage is the minimum monetary payment, defined by law, which a worker must receive in a company for his services.

Frequencies followed by equal letters between categories, represent statistically significant associations by Tukey's post hoc test (p <0.05).

*T student test; **ANOVA test.

Table 2 Inadequacy of daily maternal nutrient intake during pregnancy (n=626)

Nutrient	Median(IQR)	EAR	< EAR(n)
Carbohydrate (%)	56.0(41.3-78.0)	45-65% ^a	10.2(64)
Fiber (g)	36.1(24.1-55.3)	28 ^b	32.9(206)
Protein (%)	16.2(12.3-20.6)	10-35% ^a	4.6(29)
Total fat (%)	27.8(19.6-39.9)	20-35% ^a	8.9(56)
Omega-3 (%)	0.6(0.5-1.0)	0.6-1.2 ^a	42.8(268)
Omega-6 (%)	4.7(3.0-6.9)	5-10 ^a	58.8(368)
Cholesterol (mg)	454.1(307.7-672.5)	NA	-
Calcium (mg)	909.6(611.2-1,318.1)	800/1,000	40.7(255)
Copper (mg)	2.2(1.3-4.0)	0.8	6.2(39)
Folate (mcg)	329.8(223.9-457.1)	520	82.4(516)
Iron (mg)	14.8(11.1-19.6)	22/23	81.9(513)
Phosphorus (mg)	1,657.9(1,282.5-2,201.3)	580/1,055	1.3(8)
Magnesium (mg)	375.2(281.3-502.5)	290/300/335	29.1(182)
Manganese (mg)	4.1(3.0-5.7)	2.0 ^b	6.5(41)
Potassium (mg)	3,506.8(2,605.0-4,539.4)	2,600/2,900 ^b	31.6(198)
Sodium (mg)	1,851.3(1,300.8-2,834.7)	1,500 ^b	35.5(222)
Zinc (mg)	13.2(10.1-17.9)	9.5/10.5	20.9(131)
Vitamin A (mcg)	836.2(377.0-2,467.1)	530/550	39.0(244)
Vitamin B1 (mg)	1.8(1.3-2.6)	1.2	21.8(137)
Vitamin B2 (mg)	2.0(1.4-2.9)	1.2	18.5(116)
Vitamin B3 (mg)	22.5(16.0-36.2)	14	18.1(113)
Vitamin B6 (mg)	1.0(0.6-1.6)	1.6	74.1(464)
Vitamin B12 (mcg)	6.31(3.1-18.2)	2.2	16.0(100)
Vitamin C (mg)	102.5(51.4-201.9)	66/70	36.6(229)
Vitamin D (mcg)	30.7(13.9-51.7)	10	18.7(117)

^aAMDR: Acceptable Macronutrient Distribution Range

^bAI: Adequate Intake

EAR: Estimated Average Requirement; IQR: Interquartile range; NA: not applicable

Sources: Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium and Vitamin D (1997); Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid and Biotin (1998); Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids (2000); Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Copper, Iron, Manganese and Zinc (2001); Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (2005); Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D (2011); and Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium (2019).

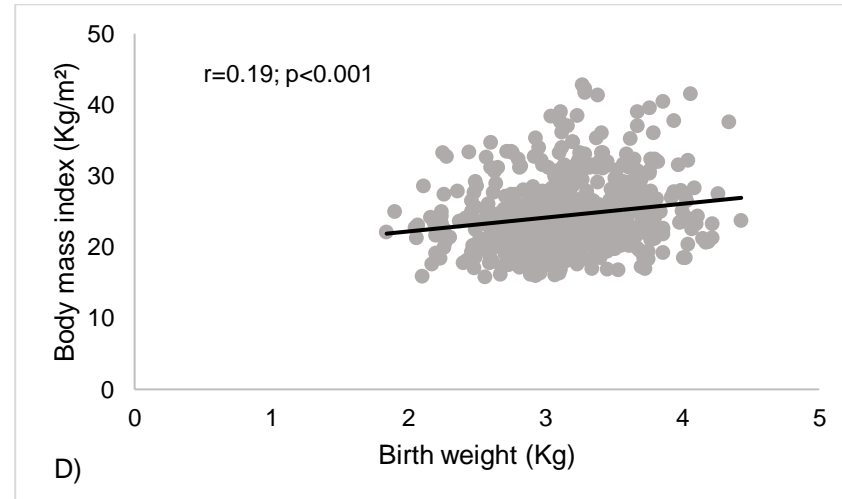
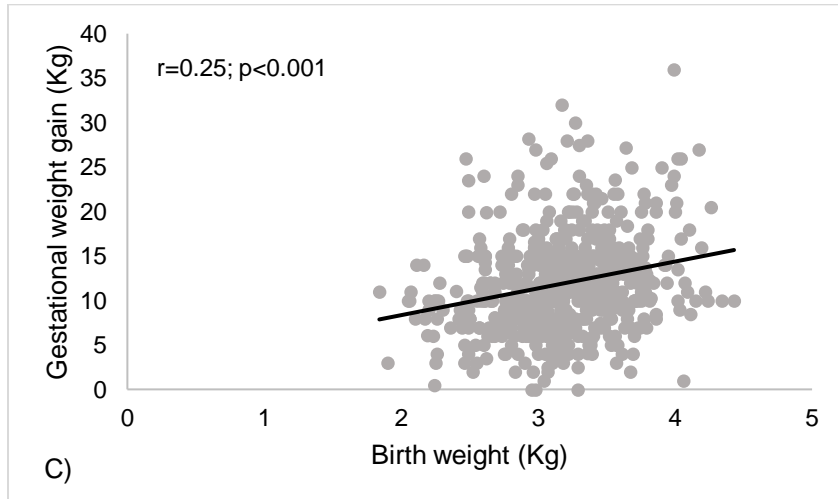
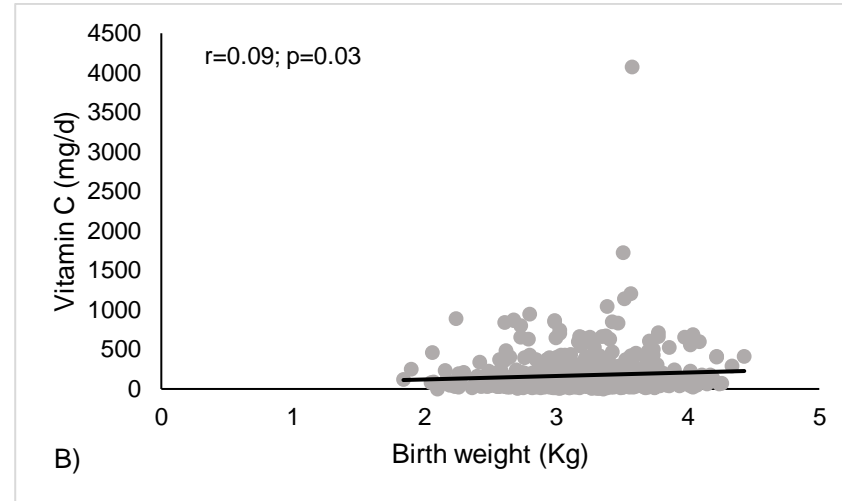
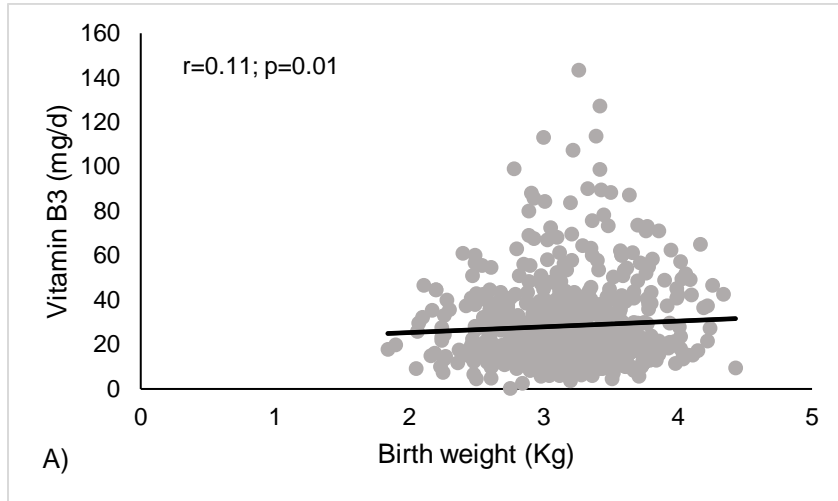
Table 3 Final multiple linear regression model of factors associated with birth weight (2018-2019)

	β	95% CI	p value
Maternal body mass index (Kg/m²)	0.01	0.01–0.02	0.001
Gestational weight gain (Kg)	0.02	0.01–0.02	<0.001
Parity	0.05	0.02–0.09	0.001
Newborn sex^a	0.08	0.01–0.02	0.02
Vitamin B3 (mg/d)	0.01	0.01–0.02	0.01
Vitamin C (mg/d)	0.01	0.01–0.02	0.02

R²=0.537; R² adjusted=0.273. *Backward* method. F Test: p<0.001.

^aFemale as a reference.

Adjusted for energy intake, education level, gestational age, physical activity and use of supplements during pregnancy.



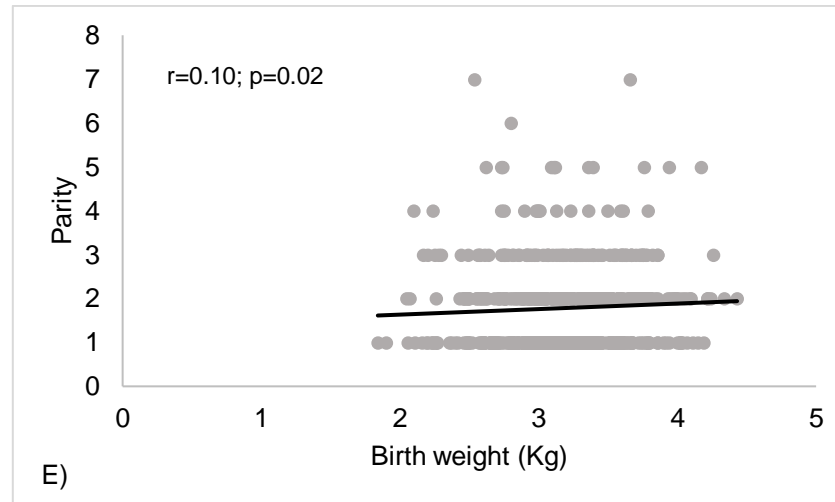


Fig. 1 Spearman's correlation between birth weight and maternal intake of Vitamin B3 and Vitamin C, gestational weight gain, body mass index and parity. A) Correlation between vitamin B3 intake and birth weight ($r=0.11$; $p=0.01$); B) Correlation between vitamin C intake and birth weight ($r=0.09$; $p=0.03$); C) Correlation between gestational weight gain and birth weight ($r=0.25$; $p<0.001$); D) Correlation between maternal body mass index and birth weight ($r=0.19$; $p<0.001$); E) Correlation between parity and birth weight ($r=0.10$; $p=0.02$).

Considerações Finais

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A influência da ingestão materna de nutrientes nos dados antropométricos ao nascimento, hipótese inicial dos autores, foi comprovada em ambos os artigos frutos desta dissertação.

A revisão sistemática verificou influência direta da ingestão materna de vitamina C, cálcio e magnésio no peso ao nascer do bebê e inversa da ingestão de carboidrato com o mesmo desfecho. Os resultados também demonstraram um maior número de associações diretas entre a ingestão de macro e micronutrientes e os desfechos antropométricos do bebê analisados. Ressalta-se que esta é a primeira revisão sistemática que aborda a influência da ingestão de macro e micronutrientes durante a gestação em mais de uma medida antropométrica do bebê ao nascimento.

O estudo com dados primários evidenciou que a ingestão materna de vitaminas B3 e C durante a gestação influenciou no aumento do peso ao nascer. Além disso, o índice de massa corporal pré-gestacional, o ganho de peso gestacional, a paridade e o bebê ser do sexo masculino contribuíram para o mesmo desfecho. Este trabalho representa um grande avanço para o estudo de nutrientes durante a gestação, já que além de utilizar de uma ampla gama de alimentos para sua quantificação, é um dos poucos estudos realizados na América Latina que aborda essa associação.

Tais achados apontam a importância da ingestão materna de nutrientes durante a gestação para as medidas antropométricas do recém-nascido, especialmente o peso ao nascer. Outras medidas, como o índice peso para a idade gestacional e suas classificações, apresentaram menor frequência de abordagens nos estudos.

O resultado da importância da ingestão de nutrientes para os dados antropométricos do recém-nascido era esperado pelos autores, mesmo com a diferenciação de nutrientes encontrada entre os trabalhos. As diferenças observadas dos nutrientes com a antropometria do bebê podem ser decorrentes da heterogeneidade metodológica adotada pelos estudos incluídos na revisão sistemática quando comparados com o artigo original, além da variação no tamanho das amostras e os diversos métodos utilizados para mensuração do consumo alimentar.

Apesar das diferenças citadas, deve-se ponderar que a inadequação da ingestão de nutrientes durante a gestação foi elevada nos estudos em geral. Cabe destacar que esse é um problema de saúde pública, que demanda intervenções nos diferentes níveis de atenção à saúde materno-infantil, visto que a transferência inadequada de nutrientes ao

feto está diretamente associada a morbimortalidade neonatal e desfechos desfavoráveis ao nascimento.

Na atenção primária à saúde durante o pré-natal e puerpério, algumas ações que visam maior qualidade no atendimento, como as realizadas pela Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Criança (PNAISC) e pela Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Mulher (PNAISM), se tornam importantes estratégias para a formação de uma rede articulada no cuidado gestacional, obstétrico e neonatal. Destaca-se também a importância do Programa Nacional de Suplementação de Ferro, que além da fortificação obrigatória de alguns alimentos e suplementação profilática, possui como premissa a promoção da alimentação adequada e saudável, que deve ser orientada durante a assistência pré-natal por toda equipe de saúde.

Outra ação que é fundamental para melhoria da adequação da ingestão de nutrientes, é a educação alimentar e nutricional (EAN) realizada pela equipe multiprofissional na atenção secundária à saúde. Esse tipo de estratégia possui baixo custo e alto impacto para que melhores hábitos alimentares sejam adotados nesse período. Ainda é necessário que estas ações de EAN sejam ampliadas para toda rede de saúde no atendimento de mulheres em idade fértil, mesmo antes da gestação, já que em muitos casos a gravidez não é planejada e os primeiros 1.110 dias influenciam substancialmente na saúde infantil a curto e longo prazo¹.

Nesse contexto, alguns importantes documentos, como é o caso do Guia Alimentar para a População Brasileira², podem subsidiar a realização de orientações gerais pelas equipes de profissionais, pois salientam a importância do consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados em detrimento dos ultraprocessados, o que certamente oportunizará consumo adequado de nutrientes. Cumpre apontar que o nosso grupo de pesquisa também tem abarcado o consumo alimentar da gestante de forma ampliada, considerando as suas inúmeras esferas de avaliação³. Compreende-se que os profissionais de saúde devem ser sensibilizados sobre o tema de forma geral e estimulados a efetuarem, sempre que possível e viável, o encaminhamento da gestante para o aconselhamento nutricional.

Para que novas recomendações sejam adotadas, ainda é necessário que essa temática seja mais explorada. Entretanto, os achados já sugerem que durante o período gestacional, a adequação de ingestão dos nutrientes que apresentaram associação positiva com o peso do bebê ao nascimento (cálcio, magnésio e vitaminas C e B3) deve ser priorizada, através do incentivo ao consumo de fontes alimentares com maior

biodisponibilidade destes nutrientes específicos, principalmente frutas e hortaliças. Além disso, a qualidade e quantidade de carboidratos ingerida pela gestante também merece destaque, visto que pode interferir negativamente no mesmo desfecho. Somente no caso de dificuldades em atingir as recomendações de ingestão destes nutrientes pela alimentação, após análise minuciosa do consumo alimentar e proposição de intervenções dietéticas, a suplementação individualizada deve ser considerada.

Ressalta-se que o período gestacional é caracterizado pelo aumento da demanda de ingestão de nutrientes materna e as evidências atuais que analisam as necessidades, inadequações e novas recomendações de ingestão para esse público específico ainda são escassas. Nesse sentido, deve ser ponderado que mesmo com os avanços nas ciências da Nutrição, que destacam que a alimentação vai muito além da ingestão de nutrientes de forma isolada², essa temática é muito relevante para a saúde do binômio mãe e filho.


Ademais, tendo em vista a multicausalidade do tema, sugere-se que sejam realizados ensaios clínicos randomizados e estudos longitudinais de base populacional que avaliem o consumo alimentar materno antes e durante a gestação. Novos estudos com uma com maior robustez metodológica, podem fornecer conclusões mais consistentes, visto que a alimentação materna nutricionalmente adequada é um dos principais fatores associados à melhor saúde infantil.


REFERÊNCIAS

1. Cunha AJLA, Leite AJM, Almeida IS. The pediatrician's role in the first thousand days of the child: the pursuit of healthy nutrition and development. *J Pediatr* 2015; 91(6):S44-S51.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar para a População Brasileira. 2ª edição. Brasília, 2014. [acesso 2021 jan. 23]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf
3. Miranda C, Souza RCV, Santos LC dos. Influence of ultra-processed foods consumption during pregnancy on baby's anthropometric measurements, from birth to the first year of life: a systematic review. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil* 2021; 21(1). No prelo.

Anexos

ANEXO A - Aceite da Revista *Journal of Tropical Pediatrics* para publicação do artigo: “*The influence of nutrients intake during pregnancy on baby’s birth weight: a systematic review*”

 **Journal of Tropical Pediatrics** <onbehalf@manuscriptcentral.com> seg., 12 de abr. 11:12 (há 2 dias) ☆ ↶ ⋮
para mim ▾

 inglês ▾ > português ▾ [Traduzir mensagem](#) [Desativar para: inglês](#) ×

12-Apr-2021

Dear Dr. Souza,

Manuscript ID JTP-2021-122-CR entitled "The influence of nutrients intake during pregnancy on baby's anthropometric measurements at birth: a systematic review" which you submitted to the Journal of Tropical Pediatrics, has been reviewed. The comments of the reviewer(s) are included at the bottom of this letter.

The reviewer(s) have recommended publication, but also suggest some minor revisions to your manuscript. Therefore, I invite you to respond to the reviewer(s)' comments and revise your manuscript.

ANEXO B - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (nº ETIC 0079.0.203.000-10)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Parâcer nº. ETIC 0079.0.203.000-10

Interessado(a): Profa. Simone Cardoso Lisboa Pereira
Departamento Enfermagem Aplicada
Faculdade de Enfermagem - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 27 de abril de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "Banco de Leite Humano referência em Minas Gerais: caracterização e intervenções" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Prof. Maria Tereza Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG

**ANEXO C - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Hospitalar de
Minas Gerais (Parecer nº 042/2010)**

SIPRO: 10345 | 2010-0

FHEMIG
FUNDAÇÃO HOSPITALAR DO
ESTADO DE MINAS GERAIS

FUNDAÇÃO HOSPITALAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
PARECER Nº 042-B/2010

1 – **Título:**
"Caracterização do Banco de Leite Humano referência em Minas Gerais"

2 – **Folha de Rosto:** 327412

3- **Pesquisador:** Simone Cardoso Lisboa Pereira
Titulação: Doutora em Microbiologia Agrícola

4 – **Histórico:**
Recebimento do projeto pelo CEP – **22 de julho de 2010.**
Apresentação do projeto na Reunião do CEP – **12 de agosto de 2010.**
Entrega do Relatório pelo Parecerista ao CEP – **12 de agosto de 2010.**
Envio do Parecer ao NEP – **16 de agosto de 2010.**
Recebimento das Soluções de Pendência pelo CEP – **26 de agosto de 2010.**
Envio do Parecer Final ao NEP – **26 de agosto de 2010.**

5 – **Pendências – Relatório de 12 de Agosto de 2010**
A) *Esclarecer quando será apresentado o TCLE, já que se trata de um estudo retrospectivo.*

6 – **Solução de Pendências**
A) Os autores enviaram carta justificando o tipo de estudo e novo TCLE de acordo com a Resolução 196/96.

7 – **Considerações e Mérito:**

- **Projeto:** Relevante, pertinente e de valor científico;
- **Metodologia:** Adequada;
- **Currículos:** O pesquisador apresenta currículo suficiente para a condução do trabalho;
- **Cronograma:** Adequado;
- **Folha de Rosto** Devidamente preenchida e assinada;
- **Orçamento:** Adequado e de responsabilidade do próprio pesquisador;
- **TCLE:** Adequado
- **Aspectos Éticos:** O projeto cumpre a Resolução 196/96 do CNS.

8 – **Parecer:**
APROVADO

Belo Horizonte, 26 de agosto de 2010.


Vanderson Assis Romualdo
 Coordenador
 Comitê de Ética em Pesquisa / FHEMIG
Vanderson Assis Romualdo
 Coordenador do CEP-FHEMIG

Alameda Vereador Álvaro Celso, 100 - Santa Efigênia - Belo Horizonte/MG
 CEP: 30150-260 - Fone: 0(xx)31 3239-9500 - Fax: 0(xx)31 3239-9579
 Site: <http://www.fhemig.mg.gov.br/> E-mail: fhemig@fhemig.mg.gov.br

MOD.SEX/01 IQMG

Apêndices

APÊNDICE A – Estratégia de busca revisão sistemática

((("Pregnant Women"[Mesh] OR "Pregnant Woman" OR "Woman, Pregnant" OR "Women, Pregnant" OR "Pregnancy"[Mesh] OR "Pregnancies" OR "Gestation") AND ("Eating"[Mesh] OR "Food Intake" OR "Intake, Food" OR "Ingestion" OR "Prenatal Nutritional Physiological Phenomena"[Mesh] OR "Nutrition During Pregnancy")) AND ("Nutrients"[Mesh] OR "Nutrient" OR "Macronutrients" OR "Macronutrient" OR "Micronutrients"[Mesh] OR "Micronutrient" OR "Carbohydrates"[Mesh] OR "Carbohydrate" OR "Dietary Fiber"[Mesh] OR "Dietary Fibers" OR "Fibers, Dietary" OR "Fiber, Dietary" OR "Proteins"[Mesh] OR "Protein" OR "Dietary Fats"[Mesh] OR "Fats, Dietary" OR "Dietary Fat" OR "Fat, Dietary" OR "Fatty Acids"[Mesh] OR "Acids, Fatty" OR "Fatty Acids, Saturated" OR "Acids, Saturated Fatty" OR "Saturated Fatty Acids" OR "Fats, Unsaturated"[Mesh] OR "Unsaturated Fats" OR "Docosahexaenoic Acids"[Mesh] OR "Acids, Docosahexaenoic" OR "Docosahexenoic Acids" OR "Acids, Docosahexenoic" OR "Eicosapentaenoic Acid"[Mesh] OR "Eicosapentanoic Acid" OR "Acid, Eicosapentanoic" OR "alpha-Linolenic Acid"[Mesh] OR "alpha Linolenic Acid" OR "Fatty Acids, Omega-3"[Mesh] OR "n-3 Fatty Acids" OR "n 3 Fatty Acids" OR "n-3 Polyunsaturated Fatty Acid" OR "n 3 Polyunsaturated Fatty Acid" OR "Omega-3 Fatty Acids" OR "n3 Fatty Acid" OR "Fatty Acid, n3" OR "Fatty Acids, Omega-6"[Mesh] OR "Acids, Omega-6 Fatty" OR "N-6 Fatty Acids" OR "Acids, N-6 Fatty" OR "Fatty Acids, N-6" OR "N 6 Fatty Acids" OR "Omega-6 Fatty Acids" OR "Omega 6 Fatty Acids" OR "Fatty Acids, Omega 6" OR "Calcium"[Mesh] OR "Copper"[Mesh] OR "Iron, Dietary"[Mesh] OR "Dietary Iron" OR "Folic Acid"[Mesh] OR "Folate" OR "Phosphorus, Dietary"[Mesh] OR "Dietary Phosphorus" OR "Magnesium"[Mesh] OR "Manganese"[Mesh] OR "Potassium, Dietary"[Mesh] OR "Dietary Potassium" OR "Selenium"[Mesh] OR "Sodium, Dietary"[Mesh] OR "Dietary Sodium" OR "Vitamin A"[Mesh] OR "Retinol" OR "Thiamine"[Mesh] OR "Thiamin" OR "Vitamin B1" OR "Vitamin B 1" OR "Riboflavin"[Mesh] OR "Vitamin B2" OR "Vitamin B 2" OR "Niacinamide"[Mesh] OR "Vitamin B 3" OR "B 3, Vitamin" OR "Vitamin B3" OR "B3, Vitamin" OR "Pantothenic Acid"[Mesh] OR "Vitamin B 5" OR "B 5, Vitamin" OR "Vitamin B5" OR "B5, Vitamin" OR "Vitamin B 6"[Mesh] OR "Vitamin B6" OR "Biotin"[Mesh] OR "Vitamin B 12"[Mesh] OR "B 12, Vitamin" OR "Vitamin B12" OR "B12, Vitamin" OR "Vitamin B9" OR "B9, Vitamin" OR "Ascorbic Acid"[Mesh] OR "Acid, Ascorbic" OR "Vitamin C" OR "Vitamin D"[Mesh] OR "Vitamin E"[Mesh] OR "Tocopherols"[Mesh] OR "Tocopherol" OR "Zinc"[Mesh])) AND ("Birth Weight"[Mesh] OR "Birth Weights" OR "Weight, Birth" OR "Weights, Birth" OR "Infant, Low Birth Weight"[Mesh] OR "Low-Birth-Weight Infant" OR "Infant, Low-Birth-Weight" OR "Infants, Low-Birth-Weight" OR "Low Birth Weight Infant" OR "Low-Birth-Weight Infants" OR "Low Birth Weight" OR "Birth Weight, Low" OR "Birth Weights, Low" OR "Low Birth Weights" OR "Fetal Macrosomia"[Mesh] OR "Fetal Macrosomias" OR "Macrosomias, Fetal" OR "Macrosomia, Fetal" OR "weight for gestational age" OR "Infant, Small for Gestational Age"[Mesh] OR "Infant, Large for Gestational Age" OR "Infant, Appropriate for Gestational Age" OR "Lenght at birth" OR "Head circumference" OR "Head perimeter").

APÊNDICE B - Questionário de frequência alimentar adaptado (referente à gestação) aplicado no estudo

Alimentos	Porção consumida (nº/descrição)	Frequência						R/N
		1 vez/dia	2 ou mais vezes/dia	5 a 6 vezes/sem	2 a 4 vezes/sem	1 vez/sem	1 a 3 vezes/mês	
LEITE E DERIVADOS								
Leite: integral, semidesnatado ou desnatado	___ copo de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
Iogurte	___ unidades (bandeja – 90mL) ___ copo(s) de requeijão (250 mL)							
Queijo branco tipo minas	___ fatia(s)							
Queijo amarelo tipo muçarela	___ fatia(s)							
Requeijão cremoso	___ colher de sopa ___ ponta(s) de faca							
CARNE E OVOS								
Ovo frito	___ unidade							
Ovo cozido	___ unidade							
Carne de boi	___ bife grande ___ pedaço(s) cozido							
Carne de porco	___ bife grande ___ pedaço(s) cozido							
Frango	___ bife grande ___ pedaço(s) cozido							
Peixe fresco	___ filé médio ___ posta/pedaço							
Peixe enlatado: sardinha ou atum	___ lata ___ colher de sopa							
Carne conservada no sal: carne seca/sol ou pertences de feijoada	___ pedaços							
Fígado	___ bife grande ___ colher de sopa (picado)							
Coração de frango	___ unidade							
ÓLEOS								
Azeite	___ fios							
Bacon ou Toucinho	___ colher de sopa picado							
PETISCOS E ENLATADOS								
Petiscos: sanduíches ou salgados	___ unidade							
Pizza	___ fatias							
Enlatados: milho, ervilha, palmito ou azeitona	___ colher de sopa							
CEREAIS E LEGUMINOSAS								
Arroz integral	___ colher de servir ___ colher de sopa							
Arroz polido	___ colher de servir ___ colher de sopa							
Pão integral	___ unidade							
Pão francês	___ unidade							
Bolos	___ fatia							
Macarrão	___ colher de sopa ___ pegador							
Feijão	___ concha pequena ___ concha média							
FOLHAS E HORTALIÇAS								
Crus: Alface, couve ou almeirão	___ colher de sopa picada							
Refogado: couve, mostarda ou almeirão	___ colher de sopa picada							
Crus: cenoura ou beterraba	___ colher de sopa							
Cozido: Cenoura, beterraba, abóbora ou chuchu	___ colher de sopa							

Alimentos	Porção consumida (nº/descrição)	Frequência						R/N
		1 vez/dia	2 ou mais vezes/dia	5 a 6 vezes/sem	2 a 4 vezes/sem	1 vez/sem	1 a 3 vezes/mês	
Tubérculos: mandioca, batata ou cará	___ colher de sopa ___ pedaço							
FRUTAS								
Banana, maçã ou laranja	___ unidade							
Melancia ou mamão	___ fatia							
SOBREMESAS E DOCES								
Tortas	___ fatia							
Doces	___ unidade ___ colher de sopa							
BEBIDAS								
Café com açúcar	___ xícara ___ copo de requeijão							
Suco natural com açúcar	___ copo(s) de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
Suco natural sem açúcar	___ copo(s) de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
PRODUTOS DIET/LIGHT								
Adoçante	___ gotas							
Margarina	___ colher de sopa ___ ponta(s) de faca							
Requeijão	___ colher de sopa ___ ponta(s) de faca							
Iogurte	___ unidades (bandeja – 90mL) ___ copo(s) de requeijão (250 mL)							
Refrigerante	___ copo(s) de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
ULTRAPROCESSADOS								
Embutidos (salsicha, linguiça, salame ou presunto)	___ fatia ___ unidade							
Molhos para salada	___ colher de sopa							
Manteiga, margarina ou maionese	___ colher de sopa ___ ponta(s) de faca							
Snacks (salgadinhos de pacote)	___ pacote							
Pão de forma	___ fatia							
Biscoito salgado	___ unidade ___ pacote							
Biscoito doce	___ unidade ___ pacote							
Bolo industrializado	___ fatia							
Sorvetes, bala, chiclete ou pirulito	___ unidade ___ bolas							
Chocolates ou bombom	___ unidade ___ barra pequena							
Achocolatados	___ colher de sopa							
Suco artificial com açúcar	___ copo(s) de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
Suco artificial sem açúcar	___ copo(s) de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
Refrigerante	___ copo(s) de requeijão (250 mL) ___ copo(s) americano (150 mL)							
Macarrão instantâneo	___ pacote							

**APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelas
participantes**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Pesquisadora Responsável: Luana Caroline dos Santos

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais. Telefone para contato: (31) 3409-8036

Nome do voluntário: _____ DN: __/__/__

A Sra. está sendo convidada a participar do projeto de pesquisa, de responsabilidade da pesquisadora Luana Caroline dos Santos.

O presente estudo tem como principal objetivo avaliar o impacto do consumo de alimentos ultraprocessados (alimentos industrializados tais como, refrigerantes, salgadinhos de pacote, macarrão instantâneo, biscoito recheado, dentre outros) e estado nutricional materno e retenção de peso pós-parto no estado nutricional e consumo alimentar do bebê. As mães atendidas na Maternidade Odete Valadares de Belo Horizonte – Minas Gerais e seus bebês serão avaliados dentro do período de 12 meses pós-parto, em três encontros (1º, 6º, e 12º mês pós-parto). Para tal, será aplicado, no primeiro encontro, um questionário para avaliação do consumo alimentar (Questionário de Frequência Alimentar) referente à gestação e será aferida a altura das mães. O Questionário de Frequência Alimentar será constituído por 52 itens e oito opções de frequência do consumo, como por exemplo, 1 vez/dia, 1 vez/semana, 1 a 3 vezes/mês. Ademais, serão coletadas medidas do prontuário do bebê: peso ao nascer, peso atual, comprimento, circunferência cefálica (medida do contorno da cabeça do bebê realizada com fita métrica) e idade gestacional ao nascimento. No segundo e terceiro encontros, medidas serão novamente aferidas: peso das mães e peso, comprimento e circunferência cefálica do bebê. O consumo alimentar do bebê também será investigado por meio do R24h que consiste em definir e quantificar todos os alimentos e bebidas ingeridos nas 24 horas anteriores à entrevista. Sua participação nesse projeto não é obrigatória e a qualquer momento você pode desistir de participar e retirar o seu consentimento. Destacamos que sua recusa não acarretará em nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Os dados obtidos serão analisados estatisticamente para construção de trabalho científico e todas as informações pessoais obtidas são confidenciais e não serão divulgadas, garantindo sua privacidade. A participação no projeto acarretará desconfortos e riscos mínimos para a participante e, durante todos os encontros, mães e bebês receberão acompanhamento nutricional e orientação sobre aleitamento materno. Caso exista qualquer dúvida, os responsáveis poderão ser contatados nos telefones citados acima, inclusive com ligações a cobrar.

Eu, _____
_____, RG nº _____, declaro ter sido informada e concordo em participar, como voluntária, do projeto de pesquisa acima descrito.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 20 ____

Assinatura do paciente

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa

Avenida Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II – 2º andar, *Campus* Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil, CEP: 31.270-901. Telefone/FAX:3409-4592 – Email: coep@prpq.ufmg.br