



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
ESCOLA DE NUTRIÇÃO

Luciana da Cunha Godoy Cavalheiro Ferreira

**Análise do teor e adequação nutricional de elementos essenciais nos principais
leites fortificados e compostos lácteos direcionados para alimentação infantil**

RIO DE JANEIRO/RJ

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
ESCOLA DE NUTRIÇÃO

Luciana da Cunha Godoy Cavalheiro Ferreira

Análise do teor e adequação nutricional de elementos essenciais nos principais leites fortificados e compostos lácteos direcionados para alimentação infantil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Nutrição.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Simone Augusta Ribas

RIO DE JANEIRO/RJ

2023

Luciana da Cunha Godoy Cavalheiro Ferreira

Análise do teor e adequação nutricional de elementos essenciais nos principais leites fortificados e compostos lácteos direcionados para alimentação infantil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Nutrição.

Data da aprovação: 29/06/2023

Banca examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Simone Augusta Ribas
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO
Orientadora

Prof. Dr. Flávio de Souza Neves Cardoso
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

Prof^ª Dr^ª Karina dos Santos
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades, desde a entrada na UNIRIO a tão sonhada formatura.

Agradeço aos meus pais, meus irmãos, Irani, minhas tias, meus tios e meus primos por sempre me apoiarem e por todo o incentivo.

Agradeço às minhas amigas da faculdade pela companhia durante esses 6 longos anos.

Especialmente, agradeço aos meus avós, Luciano, Maria de Lourdes e Décia (*in memoriam*) por tudo! E à Manu por entender (quase sempre) quando a titia precisa se ausentar.

Agradeço à minha orientadora, Simone, por todo conhecimento, apoio e paciência nesses quase 3 anos.

Meu muito obrigada a todos!

“I gave my blood, sweat, and tears for this”

(Taylor Swift)

RESUMO

Os micronutrientes, como oligoelementos e vitaminas, desempenham papéis estruturais e funcionais essenciais no crescimento e desenvolvimento durante a primeira infância. Nesse contexto, a indústria vem usando como estratégia a fortificação de produtos lácteos para crianças a partir de 1 ano. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a concentração de elementos essenciais (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Co, Cu, Cr, I, Mn, Se e Zn) e o percentual de consumo dos elementos essenciais (EE) provenientes dos leites fortificados (LF) e compostos lácteos (CL) direcionados para alimentação infantil. Com essa finalidade, amostras de três marcas de LF e seis marcas de CL foram adquiridas e analisadas pelos métodos de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Os rótulos das amostras de LF e CL foram avaliados de acordo com a legislação vigente e o percentual de consumo dos EE estimado com base na ingestão diária recomendada. O teste ANOVA e o de comparação de médias de Tukey foram utilizados para avaliar as diferenças dos teores dos EE entre as marcas. Constatou-se que as médias das concentrações de todos EE analisados nos LF foram maiores em relação ao CL, com exceção do Se. Os LF e CL não possuem parâmetros de quantidades mínimas e máximas de macro e elementos-traço determinados por legislação, favorecendo assim a ampla variação nos resultados encontrados nos estudos. Em relação ao rótulo, verificou-se que médias das concentrações de Zn, Na, Cu e I analisadas apresentaram abaixo dos 20% do valor declarado em uma marca de LF e nas seis marcas de CL. Enquanto as de Fe e Se apresentaram acima de 20% do valor declarado em uma marca de LF e em três marcas de CL. Ao avaliar o percentual referente apenas ao consumo diário de leite frente às recomendações de minerais preconizadas pela RDA, verificou-se que as três marcas de LF e as seis marcas de CL apresentaram uma variação maior que 110% para os minerais Ca (33,7 – 137,8%), P (44,8 – 112,9%), Fe (44,8 – 237,5%), Cr (178,5 – 344,6%) e Zn (13,5 – 168,3%). Assim, sugere-se a importância do monitoramento contínuo da composição nutricional desses produtos na indústria pelos órgãos competentes e a revisão da legislação dos produtos lácteos direcionados para primeira infância.

Palavras-chave: elementos essenciais; composto lácteo; leite fortificado; pré-escolares.

ABSTRACT

Micronutrients, such as trace elements and vitamins, play essential structural and functional roles in growth and development during early childhood. In this context, the industry has been using as a strategy the fortification of dairy products for children as young as 1 year. Therefore, the objective of this study was to measure the concentration of essential elements (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Co, Cu, Cr, I, Mn, Se and Zn) and the percentage of consumption of essential elements (EE) from fortified milks (FM) and growing-up milks (CL) targeted at child feeding. To this end, samples of three brands of FM and six brands of GUM were purchased and analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES) methods. The labels of the FM and GUM samples were evaluated according to the current legislation and the estimated percentage of EE consumption based on the recommended daily intake. ANOVA and Tukey were used to assess the differences in EE contents among the brands. It was found that the mean concentrations of all analyzed EE in LF were higher compared to CL, except for Se. The FM and GUM do not have parameters for minimum and maximum amounts of macro and microminerals determined by legislation, thus favoring the wide variation in the results found in the studies. Regarding the label, it was observed that the average concentrations of Zn, Na, Cu and I analyzed were below 20% of the declared value in one FM brand and six GUM brands, while those of Fe and Se were above 20% of the declared value in one FM brand and three GUM brands. When evaluating the percentage referring only to the daily consumption of milk against the RDA mineral recommendations, it was found that the three brands of FM and the six brands of GUM presented a variation higher than 110% for the minerals Ca (33.7 - 137.8%), P (44.8 - 112.9%), Fe (44.8 - 237.5%), Cr (178.5 - 344.6%) and Zn (13.5 - 168.3%). Thus, it is suggested the continuous monitoring of these products nutritional composition in the industry by the competent bodies and the review of legislation for dairy products aimed at early childhood.

Keywords: essential elements; growing-up milk; fortified milk; preschoolers.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	<i>Adequate Intake</i>
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CL	Composto lácteo
EE	Elemento essencial
EFSA	Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar
ENANI	Estudo Nacional de Alimentação e Nutrição Infantil
ESPGHAN	Sociedade Europeia de Gastroenterologia Pediátrica, Hepatologia e Nutrição
GUL	<i>Guidance Upper Levels</i>
ICP-MS	Espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado
ICP-OES	Espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado
IDR	Ingestão diária recomendada
LF	Leite fortificado
LOD	Limite de detecção
LOQ	Limite de quantificação
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNDS	Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher
PNSF	Programa Nacional de Suplementação de Ferro
PNSVA	Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A
RDA	<i>Recommended Dietary Allowances</i>
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
UL	<i>Tolerable Upper Intake Level</i>

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Revisão de Literatura.....	12
2.1. Definição e classificação dos minerais	12
2.2. Importância dos elementos essenciais na saúde infantil.....	14
2.3. Produtos lácteos fortificados direcionados para a alimentação infantil	16
2.4. Consumo de compostos lácteos e suas implicações na saúde infantil.....	17
3. Justificativa	20
4. Objetivos.....	21
4.1. Objetivo geral	21
4.2. Objetivos específicos.....	21
5. Metodologia.....	22
5.1. Seleção de amostra	22
5.2. Preparo de amostras e determinação elementar por ICP-MS e ICP-OES	22
5.3. Avaliação da conformidade com a legislação vigente e porcentagem diária dos elementos essenciais	23
5.4. Análise estatística	24
6. Resultados e Discussão	25
6.1. Exatidão e Precisão do Método	25
6.2. Análise do teor de elementos essenciais nos produtos lácteos	25
6.3. Comparação do teor dos elementos essenciais com o preconizado pela legislação vigente	28
6.4. Avaliação do percentual de consumo de minerais presentes nos produtos lácteos fortificados frente as recomendações nutricionais.....	31
6.5. Pontos fortes e limitações	36
6.6. Perspectivas futuras	37
7. Conclusão	38
Referências bibliográficas.....	39
APÊNDICES	47

1. INTRODUÇÃO

O leite materno é o alimento completo para bebês, recomendado exclusivamente até os 6 meses de idade e, de maneira complementar, até 2 anos de idade ou mais. Na impossibilidade do aleitamento materno, a fórmula infantil (a base de leite de vaca) é a primeira opção de substituição, sendo o produto mais adequado às necessidades de crianças não amamentadas (BRASIL, 2019). As fórmulas infantis devem seguir quantidades mínimas e máximas estabelecidas pelas RDC nº43 e RDC nº44 da Anvisa (BRASIL, 2011a; 2011b). Embora haja controvérsia, o leite de vaca sem modificações não é recomendado para crianças antes dos 12 meses de idade (SBP, 2020). Contudo, o leite de vaca é um dos alimentos mais consumidos entre as crianças, inclusive em substituição a fórmula infantil de seguimento - recomendada após os 6 meses (MELLO; BARROS; MORAIS, 2016; SBP, 2020).

A composição do leite de vaca não fortificado é conhecida por conter carboidratos, proteínas e gorduras. Em relação aos micronutrientes, o leite de vaca não fortificado é rico em cálcio, sódio, potássio e fósforo, e pobre em ferro e manganês. Assim, para agregar valor nutricional, os produtos lácteos podem ser fortificados com nutrientes importantes (SILVA; SILVA; FERREIRA, 2012). Por sua vez, a fortificação de alimentos é uma estratégia recomendada e utilizada em determinadas ocasiões para auxiliar, por exemplo, na redução de deficiências nutricionais, como a anemia ferropriva (WHO, 2017). A fortificação de alimentos é realizada pela própria indústria alimentícia e deve seguir a RDC nº714/2022 da Anvisa (BRASIL, 2022a).

Nesse contexto, nos últimos anos, inúmeras marcas de compostos lácteos (CL) vêm sendo lançadas de forma indiscriminada no mercado. Os CL possuem apelo midiático de que seriam produtos melhores para as crianças que os leites já disponíveis, devido a fortificação de micronutrientes, como ferro, ou outras substâncias, como ácidos graxos essenciais (BRASIL, 2019; LEÃO; GUBERT, 2019).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os CL são produtos em pó resultantes da mistura do leite, produtos ou substâncias alimentícias lácteas ou não lácteas, ou ambas, adicionado ou não de produtos ou substâncias alimentícias lácteas ou não lácteas ou ambas permitidas. Ainda, os CL podem ser divididos em dois grupos: CL sem adição e CL com adição. Os CL sem adição devem conter 100% de ingredientes lácteos, enquanto os CL com adição devem apresentar, no mínimo 51% de ingredientes lácteos. Os CL

com adição podem ser acrescidos de açúcares, maltodextrina, edulcorantes, frutas, gorduras vegetais, dentre outras substâncias não-lácteas (BRASIL, 2007a).

Devido a adição de açúcar em muitos deles, o consumo de CL é contraindicado para crianças menores de 2 anos e deve ser moderado entre os pré-escolares (BRASIL, 2019). Por outro lado, os CL podem ser uma boa fonte de elementos essenciais, como o ferro, devido a fortificação (LOVELL *et al.*, 2018). Vale ressaltar que, ao contrário das fórmulas infantis, os CL não têm quantidades mínimas e máximas estabelecidas de elementos essenciais, o que leva a uma composição bem variada (PÉREZ *et al.*, 2013; SBP, 2020). A concentração da maioria dos elementos essenciais nos produtos alimentícios industrializados também não está disponível nos rótulos, uma vez que somente o sódio é obrigatório (BRASIL, 2020a; 2020b). Nesse sentido, embora a ingestão de produtos fortificados possa contribuir para uma melhor adequação nutricional na dieta infantil, pode elevar o risco de consumo excessivo de elementos essenciais (WHO, 2006).

Diante do exposto, o presente estudo teve o objetivo de analisar o teor e a adequação nutricional de elementos essenciais de leites fortificados (LF) e compostos lácteos (CL) direcionados a alimentação infantil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS MINERAIS

Além do aspecto social, uma alimentação saudável, com base em alimentos in natura e minimamente processados, garante elementos importantes para saúde humana, como vitaminas, minerais e fibras (BRASIL, 2014). Por sua vez, os minerais são elementos inorgânicos que o organismo demanda para um funcionamento adequado (STATHOPOULOU *et al.*, 2012), com suas principais funções apresentadas no Quadro 1.

Comumente, os elementos essenciais são classificados por sua necessidade, ou seja, macrominerais (≥ 100 mg por dia) e microminerais – também chamados de elementos traço – (< 15 mg/dia). Os principais exemplos de macrominerais são cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cloro (Cl) e enxofre (S); e de microminerais, ferro (Fe), zinco (Zn), iodo (I), selênio (Se), manganês (Mn), flúor (F), molibdênio (Mo), cobre (Cu), cromo (Cr), cobalto (Co) e boro (B) (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012).

Devido a sua importância, a ingestão diária recomendada (IDR) dos elementos essenciais foi estabelecida pelo *Institute of Medicine*. Os valores de referência da IDR foram divididos em quatro categorias de recomendação: *Estimated Average Requirement* (EAR), *Recommended Dietary Allowances* (RDA), *Adequate Intake* (AI) e *Tolerable Upper Intake Level* (UL). Os valores de EAR suprem as necessidades nutricionais de metade da população. Os valores de RDA suprem as necessidades nutricionais de 97-98% da população. Os valores de AI são baseados no consumo recomendável, quando não se pode estabelecer a RDA, sendo muito utilizado para lactentes, com base no leite materno. Os valores de UL são baseados no maior consumo diário sem que cause efeitos negativos. Vale destacar que estes valores de referências são recomendados para pessoas saudáveis, de mesmo sexo e na mesma faixa etária (IOM, 2006). Nesse sentido, uma ingestão entre a RDA e a UL, pode prevenir a deficiência, sem os efeitos negativos do excesso (FAO, 1998). As necessidades de consumo de crianças estão descritas no Quadro 1:

Quadro 1: Funções, recomendações nutricionais e nível de ingestão máxima dos minerais para crianças na fase pré-escolar.

Mineral	Funções	Ingestão diária recomendada (IDR)	
		RDA	UL
Ca (mg) ^a	Além de ser essencial para saúde óssea, participa de diversos processos metabólicos, como vasodilatação e secreção de hormônios.	1 a 3 anos: 700 4 a 8 anos: 800	1 a 3 anos: 2500 4 a 8 anos: 2500
P (mg) ^b	Ajuda a manter o pH normal e no crescimento de tecidos. Participa do estoque temporário e transfere energia do metabolismo, e ativa diversas proteínas catalíticas (fosforilação).	1 a 3 anos: 460 4 a 8 anos: 500	1 a 3 anos: 3000 4 a 8 anos: 3000
K (mg) ^{c,d}	Envolvido no potencial de membrana nos neurônios e células musculares. Participa do balanço hídrico do organismo e do equilíbrio ácido-base.	1 a 3 anos: 2000 * 4 a 8 anos: 2300 *	NE
Mg (mg) ^b	Cofator de mais de 300 enzimas, sendo necessário para geração de energia, glicólise, fosforilação oxidativa e metabolismo da vitamina D.	1 a 3 anos: 80 4 a 8 anos: 130	1 a 3 anos: 65 ** 4 a 8 anos: 110 **
Na (mg) ^{c,e}	Importante para manutenção da homeostase celular, regulação de fluidos e da pressão arterial. No entanto, um consumo em excesso pode levar a hipertensão arterial sistêmica.	1 a 3 anos: 800 * 4 a 8 anos: 1000*	1 a 3 anos: 1200 *** 4 a 8 anos: 1500 ***
Fe (mg) ^b	Componente essencial de diversas proteínas, como a hemoglobina, que transporta oxigênio pelo corpo.	1 a 3 anos: 7 4 a 8 anos: 10	1 a 3 anos: 40 4 a 8 anos: 40
Co (µg) ^f	Faz parte da estrutura da vitamina B12, tendo função essencial, principalmente nas células da medula óssea e dos sistemas nervoso e gastrointestinal.	NE	NE
Cu (µg) ^b	Apresenta função catalítica, sendo componente de metaloenzimas (oxidases), como monoamina oxidase e Cu-Zn superóxido dismutase.	1 a 3 anos: 340 4 a 8 anos: 440	1 a 3 anos: 1000 4 a 8 anos: 3000
Cr (µg) ^b	Muito explorado por aumentar a ação da insulina no organismo, ou seja, aumenta a tolerância a glicose.	1 a 3 anos: 11 4 a 8 anos: 15	NE
I (µg) ^b	Fundamental para os hormônios tireoidianos (T3 e T4), tendo função em vários processos enzimáticos e de síntese proteica. Um consumo inadequado leva a distúrbios por deficiência de iodo (DDI), como hipotireoidismo, bócio, retardo mental e cretinismo.	1 a 3 anos: 90 4 a 8 anos: 90	1 a 3 anos: 200 4 a 8 anos: 300
Mn (mg) ^b	Assim como o cobre, compõe as metaloenzimas, como arginase e Mn superóxido dismutase, sendo fundamental na formação óssea e de aminoácidos, e no metabolismo de colesterol e carboidratos.	1 a 3 anos: 1,2 * 4 a 8 anos: 1,5*	1 a 3 anos: 2 4 a 8 anos: 3

Continuação do Quadro

Se (μg) ^b	Componente das selenoproteínas, como a glutathione peroxidase, que apresentam função antioxidante. Essa ação ocorre, por exemplo, por ajudar a regenerar o ácido ascórbico oxidado.	1 a 3 anos: 20 4 a 8 anos: 30	1 a 3 anos: 90 4 a 8 anos: 150
Zn (mg) ^b	Participa de diversas enzimas importantes para integridade de proteínas e de expressão gênica, como as metaloenzimas RNA polimerase e álcool desidrogenase.	1 a 3 anos: 3 4 a 8 anos: 5	1 a 3 anos: 7 4 a 8 anos: 12

Legenda: RDA (*Recommended Dietary Allowance*); UL (*Tolerable Upper Intake Level*); mg (miligrama); μg (micrograma); NE (não estabelecido); *AI (ingestão adequada); **Via suplemento. Não inclui alimentos e água; ***Extrapolado dos valores estabelecidos para adultos (*Chronic Disease Risk Reduction Intake - CDRR*).

Fonte: Elaborada pela autora com base em IOM, 2006^b; 2011^a; 2019^c; ^dLANHAM-NEW; LAMBERT; FRASSETTO, 2012; ^eCOOK et al., 2020; ^fMAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012.

O limite máximo de ingestão diária (UL) dos nutrientes K, Na, Co e Cr não é bem estabelecido para crianças. Para o K, a Organização Mundial da Saúde estabelece quantidades mínimas de consumo, com o intuito de reduzir o risco de doenças cardiovasculares. Como a ingestão de K via alimentos é segura, não foi estabelecida UL (IOM, 2019; WHO, 2012). Por outro lado, a recomendação de Na do *Institute of Medicine* visa redução de risco de doenças crônicas (IOM, 2019).

2.2 IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS NA SAÚDE INFANTIL

A alimentação e a nutrição são fatores fundamentais para a promoção e proteção da saúde, contribuindo para um crescimento e desenvolvimento humano adequados (BRASIL, 2013a). Assim, em fases de alta demanda, como na infância, é crucial um aporte adequado de nutrientes, como ferro, iodo, zinco, entre outros. Ademais, uma boa nutrição diminui a susceptibilidade de crianças a infecções, reduzindo a mortalidade infantil (KEATS *et al.*, 2021). As verduras, frutas, legumes, leites e derivados são boas fontes de elementos essenciais (BRASIL, 2014). A descrição detalhada das fontes dos elementos essenciais está em anexo (APÊNDICE A).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera a deficiência de micronutrientes um problema de saúde pública no mundo todo, especialmente em países do Sudeste Asiático e da África. Os micronutrientes de maior preocupação são ferro, vitamina A e iodo, ou seja, dois dos três nutrientes em maior carência no mundo são minerais (ferro e iodo). A OMS também

ressalta que, embora haja poucos dados, é provável que a deficiência de zinco seja de moderada a alta em países em desenvolvimento (WHO, 2006).

No Brasil, as deficiências de ferro, vitamina A e iodo também são foco de ação governamental, principalmente por afetarem grávidas e crianças (BRASIL, 2007b). Atualmente, há três programas nacionais de suplementação de micronutrientes vigentes: Fortificação da Alimentação Infantil com Micronutrientes em Pó (NutriSUS), Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A (PNSVA) e Programa Nacional de Suplementação de Ferro (PNSF) (BRASIL, 2022b). Outras estratégias também foram adotadas para a redução deficiências nutricionais, como iodação do sal (adição de iodato de potássio no sal para consumo humano) e fortificação de ferro e ácido fólico em farinhas de trigo e milho (BRASIL, 2013b; BRASIL, 2017).

Nesse sentido, além da implementação de um programa de suplementação, é de extrema importância que haja uma avaliação periódica da população, com amostras representativas (BRASIL, 2008). Recentemente, o Estudo Nacional de Alimentação e Nutrição Infantil (ENANI-2019) disponibilizou dados relevantes do estado nutricional de ferro, zinco e selênio, de crianças menores de 5 anos (CASTRO *et al.*, 2021). Vale destacar que o último estudo com amostra representativa havia sido a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher (PNDS, 2006), que trouxe dados relativos à prevalência de anemia ferropriva em menores de 5 anos e mulheres em idade fértil. (BRASIL, 2009).

No entanto, é importante ressaltar que os biomarcadores do estado nutricional (urina, sangue) podem sofrer influência de inflamação, infecção, hidratação ou do método de análise. Com isso, os dados dietéticos também podem funcionar como indicadores do consumo de micronutrientes (BAILEY; WEST JR.; BLACK, 2015).

Nesse contexto, alguns estudos avaliaram a ingestão de elementos essenciais na alimentação infantil. As prevalências de inadequação são amplas para Ca (11,4 – 93%), Fe (0,1 – 15,9%), Mg (1,5 – 54%), Zn (0 – 17,1%), Cu (11,5 – 18,4%) e Se (42,1 – 90,3%). Para K, Na e Mn, não há RDA estabelecida, assim utiliza-se a ingestão adequada (AI). A prevalência de consumo acima da AI varia para K (5,3 – 13,3%), Na (78,9 – 99,8%) e Mn (78,7 – 88,3%) (ANATER *et al.*, 2022; LEROUX *et al.*, 2019; SANGALLI; RAUBER; VITOLO, 2016).

No estudo de Sangalli; Rauber; Vitolo (2016), que avaliou crianças pequenas, foi relatada baixa inadequação nutricional para Ca (11,4%), Fe (1,2%) e Zn (0%). No entanto, foi constatado que 88,1% consumia algum tipo de alimento fortificado, como gelatinas, cereais, chocolate e leite em pó. Nesse cenário, a ingestão dos alimentos fortificados contribuiu principalmente para adequação de Fe e Zn. Vale complementar que o consumo apenas de

alimentos fortificados foi capaz de ultrapassar as UL de Fe em 0,2% das crianças e de Zn em 3,1%.

2.3 PRODUTOS LÁCTEOS FORTIFICADOS DIRECIONADOS PARA A ALIMENTAÇÃO INFANTIL

O leite de vaca é definido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como o “produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (BRASIL, 2011c). Em relação a sua composição, o leite e seus derivados possuem nutrientes essenciais, como proteínas de boa qualidade, vitaminas e minerais (FAO, 2013). Inclusive, é uma das fontes alimentares mais ricas (125mg em 100g) e com boa disponibilidade de cálcio (32,1%), porém é pobre em alguns micronutrientes, como o ferro (BUZINARO, ALMEIDA, MAZETO, 2006; FAO, 2013). Como estratégia para suprir essa falta de micronutrientes, pode-se fortificar esses produtos com vitaminas e minerais (WHO, 2017). As quantidades dos elementos essenciais no leite de vaca estão descritas em anexo (APÊNDICE A).

A fortificação de alimentos com nutrientes essenciais é uma estratégia sustentável e com bom custo-benefício, podendo melhorar o estado nutricional da população que consome esses produtos fortificados. A adição de nutrientes pode ser feita de diversas maneiras, desde a biofortificação (durante a produção dos alimentos) a fortificação caseira (adicionada diretamente no alimento, como em nutrientes em pó). Dentre os métodos de adição de nutrientes, temos a chamada fortificação direcionada, que acrescenta nutrientes específicos para uma determinada população-alvo. Assim, a fortificação direcionada visa suprir as necessidades nutricionais de um grupo de risco, como o aumento da necessidade de ferro em crianças menores de 2 anos de idade (WHO, 2017).

No entanto, a eficácia da fortificação pode ser impactada pela matriz alimentar, que pode interferir na absorção de determinadas vitaminas e minerais (biodisponibilidade). Por exemplo, a fortificação de minerais no leite de vaca, um dos alimentos mais consumidos na alimentação infantil. O leite de vaca é naturalmente rico em cálcio e pobre em ferro. A adição do ferro em uma matriz rica em cálcio pode prejudicar a absorção de ferro, fazendo com que não cumpra seu papel efetivamente (COZZOLINO, 1997).

No Brasil, a fortificação de alimentos é permitida e deve seguir a RDC nº714/2022 da Anvisa. Esta RDC nº714/2022 da Anvisa estabelece quantidades mínimas que um produto

fortificado necessita em 100 g ou 100 mL, como para 4,2 mg de Fe para sólidos e 2,1 mg para líquidos (BRASIL, 2022a).

Por sua vez, a rotulagem desses produtos segue a RDC nº429/2020 da Anvisa, que estabelece que as quantidades de minerais não podem ser inferiores a 20% do valor declarado no rótulo. Em relação a declaração de micronutrientes, apenas o sódio é obrigatório no rótulo, sendo necessário informar as quantidades das demais vitaminas e minerais fortificados quando estiverem acima de 5% da recomendação por porção ou forem objetos de alegações nutricionais, de propriedades funcionais ou de saúde (BRASIL, 2020a; 2020b).

2.4 CONSUMO DE COMPOSTOS LÁCTEOS E SUAS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE INFANTIL

O consumo de leite de vaca antes do primeiro ano de vida ainda é controverso. O Guia Alimentar para Crianças Brasileiras Menores de 2 Anos esclarece que o leite de vaca integral poderia ser consumido desde os 9 meses de idade, caso houvesse um consumo prévio de fórmula infantil (BRASIL, 2019). Já a Sociedade Brasileira de Pediatria recomenda o consumo de leite de vaca apenas após os 12 meses de idade (FISBERG *et al.*, 2018). A recomendação de consumo apenas após o primeiro ano de vida é feita por suas altas quantidades de ácidos graxos saturados, sódio e proteína e baixas quantias de ácidos graxos essenciais. O leite de vaca também possui poucas quantidades de vitaminas C, D, E e apresenta biodisponibilidade reduzida de ferro e zinco (SBP, 2020). Outro ponto é que o consumo de leite de vaca pode causar perda de sangue, aumentando a chance de anemia. No entanto, o leite de vaca com um tratamento térmico adequado não leva ao quadro de perda de sangue (WHO, 2005).

As Entidades - Academia Americana de Odontopediatria, Academia de Nutrição e Dietética, Academia Americana de Pediatria e a Associação Americana do Coração – também não recomendam a ingestão de leite de vaca até os 12 meses de idade. Após os 12 meses de idade e até os 5 anos de idade, a ingestão diária recomendada varia de 470 a 710 mL (2 a 3 xícaras). O CL não é recomendado em nenhuma idade (LOTT *et al.*, 2019).

O consumo de CL não é consenso entre o Guia (2019) e a Sociedade Brasileira de Pediatria. Segundo o Guia (2019), a ingestão de CL não é indicada para menores de 2 anos e deve ser moderada entre os pré-escolares, devido a adição de açúcar e aditivos (BRASIL, 2019). A Sociedade Brasileira de Pediatria informa que os CL podem ser indicados para fornecer nutrientes, embora reforce que o uso rotineiro não é necessário. Nesse sentido, os CL podem agregar quantidade e qualidade nutricional, colaborando para um bom funcionamento do

organismo e um crescimento adequado. A Sociedade Brasileira de Pediatria destaca que os CL devem ser sem adição de açúcares e aromatizantes (SBP, 2020).

Na Europa, os CL não possuem legislação específica para a sua composição, sendo proposto que passem a ser considerados “fórmulas de primeira infância” (*young-child formula*) (EFSA, 2014a). A Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA) e a Sociedade Europeia de Gastroenterologia Pediátrica, Hepatologia e Nutrição (ESPGHAN) se posicionam contra o uso rotineiro dos CL (EFSA, 2014a; HOJSAK *et al.*, 2018).

Além disso, a EFSA e a ESPGHAN destacam que as fórmulas infantis de seguimento podem ser consumidas por crianças maiores de 1 ano de idade, no lugar das fórmulas infantis de primeira infância (EFSA, 2014a; HOJSAK *et al.*, 2018). A EFSA conclui que não há necessidade de estabelecer a composição nutricional de fórmulas de primeira infância (EFSA, 2014a). No entanto, a ESPGHAN ressalta a disparidade na composição das fórmulas de primeira infância, sugerindo uma composição parecida a das fórmulas infantis de seguimento. Para o cenário europeu, também é proposta uma composição mais simples, focando em nutrientes-chave, como ferro, vitamina D e ômega 3, com foco principal na redução do custo. Vale complementar que a ESPGHAN contribui no desenvolvimento de regulação para as fórmulas de primeira infância, junto ao Codex Alimentarius (HOJSAK *et al.*, 2018).

Já no Brasil, há diferenciação entre os CL e as fórmulas de primeira infância. Os CL com adição foram regulamentados em 2007, com foco na composição mínima de leite (51%), sem uma legislação específica para os micronutrientes (BRASIL, 2007a). Por sua vez, as fórmulas de primeira infância devem seguir RDC nº44/2011 da Anvisa (BRASIL, 2011b).

A adição de açúcar (maltodextrina, xarope de glicose, sacarose e frutose) nos CL é uma das principais preocupações com o uso desses produtos, já que os CL possuem cerca de 10g de açúcar por 100kcal (HOJSAK *et al.*, 2018). Além do consumo de açúcar não ser recomendado antes dos 2 anos de idade, a Organização Mundial da Saúde sugere que a ingestão de açúcar fique mantida abaixo de 10% das calorias totais diárias, para crianças e adultos (BRASIL, 2019; WHO, 2015). Um consumo excessivo de açúcar na infância está associado a obesidade, ao sobrepeso e ao aparecimento de cáries em crianças (WHO, 2015).

A preferência por produtos líquidos e a redução no interesse aos demais alimentos são impactos negativos dos CL destacados pela ESPGHAN. Em relação as famílias, os CL podem afetar negativamente a renda, bem como podem levar os pais e responsáveis a acreditarem que os produtos processados são mais seguros e saudáveis do ponto de vista nutricional (HOJSAK *et al.*, 2018).

Posto isso, os compostos lácteos (CL) e leites fortificados (LF) são produtos eficazes para aumentar o aporte de nutrientes, como apontado por uma revisão sistemática (MATSUYAMA *et al.*, 2017) que avaliou o consumo desses produtos no crescimento e estado nutricional de crianças pequenas. No entanto, não foi observada diferença significativa em relação a composição corporal, estatura, hemoglobina e zinco sérico com o consumo desses produtos lácteos fortificados. Os autores ressaltaram também a disparidade na composição nutricional dos produtos lácteos fortificados (MATSUYAMA *et al.*, 2017).

Nesse contexto, um estudo de Lovell *et al.* (2018) teve como um dos objetivos avaliar a diferença no consumo de ferro entre crianças, comparando um composto lácteo (GUMli) enriquecido em ferro ($1,7 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$) e um leite não fortificado (controle). Constatou-se que a prevalência de deficiência de ferro foi maior no grupo controle (24%) que no grupo intervenção (7%). Assim, o GUMli foi apresentado como um produto fortificado capaz de reduzir a prevalência de deficiência de ferro. No entanto, as análises no início da intervenção mostram que o grupo controle já apresentava maiores taxas de deficiência de ferro (21%) que o grupo intervenção (11%) (LOVELL *et al.*, 2018). A estatura das crianças também foi medida durante o período de intervenção (12 meses), não sendo observada nenhuma diferença entre o GUMli e o leite não fortificado (WALL *et al.*, 2019).

Além disso, é importante atentar aos possíveis conflitos de interesses nos estudos publicados. Uma revisão de literatura mostrou que os ensaios clínicos realizados para avaliar os efeitos dos CL no consumo de nutrientes e na composição corporal tiveram alguma ligação com a Indústria Alimentícia (LIMA; FARIÑA; SIMÕES, 2021). O estudo supracitado sobre o GUMli teve patrocínio da Danone, uma das empresas do ramo de alimentação (LOVELL *et al.*, 2018; WALL *et al.*, 2019).

Ainda que a real necessidade de consumo seja controversa, os CL têm ganhado cada vez mais espaço no mercado. Entre os anos de 2005 e 2019, globalmente, houve um crescimento de 121,5% nas vendas de leites/fórmulas infantis, atingindo a expressiva marca de 2,15 milhões de toneladas. Nessa categoria, o CL foi o produto infantil que mais expandiu, com um aumento de 220%. Embora haja certa variação entre as regiões, os países de renda média a alta, como Brasil e China, foram os que mais contribuíram com esse elevado consumo (206,9%). A diversificação de produtos e as estratégias de publicidade, como promoção cruzada e marketing digital, podem ser citados como fatores que influenciaram positivamente o aumento desses produtos infantis (BAKER *et al.*, 2021). Assim como a similaridade da rotulagem dos CL e das fórmulas infantis é um dos fatores que contribuem para justificar o crescimento do consumo das CL (PEREIRA *et al.*, 2016).

3. JUSTIFICATIVA

O leite é um alimento de baixo custo e amplamente consumido por crianças. Com isso, a indústria alimentícia utiliza o produto como via de fortificação de micronutrientes, como recomendado pela Organização Mundial da Saúde. Dentre esses produtos lácteos fortificados, temos os leites fortificados e os compostos lácteos. No entanto, a quantidade adicionada de nutrientes nesses produtos é variada.

Na literatura, há poucos estudos que tenham avaliado a real composição desses leites fortificados e compostos lácteos. Nos artigos, quando há necessidade de citar estes produtos fortificados, grande parte utiliza tabelas de composição de alimentos ou os próprios rótulos para obter a informação nutricional. No entanto, por lei, os rótulos podem apresentar uma variação de até menos 20% do valor declarado. Assim como a deficiência, o excesso de elementos essenciais provindos desses leites também pode afetar negativamente na saúde infantil.

Dessa forma, torna-se fundamental analisar o teor e a adequação de elementos essenciais nos leites fortificados e compostos lácteos direcionados para alimentação infantil. Espera-se que esse trabalho preencha uma lacuna em relação a composição de elementos essenciais dos produtos lácteos fortificados.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o teor e a adequação nutricional de elementos essenciais nos principais leites fortificados e compostos lácteos direcionados para alimentação infantil.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os teores de 13 elementos essenciais (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Co, Cu, Cr, I, Mn, Se e Zn) dos leites fortificados e compostos lácteos analisados no estudo.
- Comparar a composição de elementos essenciais entre os leites fortificados e compostos lácteos investigados neste estudo com o preconizado pela legislação vigente.
- Avaliar a adequação da ingestão de elementos essenciais com base na estimativa de consumo diário em crianças na idade pré-escolar.

5. METODOLOGIA

5.1 SELEÇÃO DE AMOSTRA

Seis lotes diferentes, de três marcas de leites fortificados com minerais (LF) e seis marcas de compostos lácteos (CL), foram selecionados ao acaso, em diferentes estabelecimentos comerciais na cidade do Rio de Janeiro (Brasil). Cada lote foi analisado em triplicata totalizando 162 amostras. As amostras foram codificadas para garantir o anonimato dos fabricantes e das marcas.

5.2 PREPARO DE AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO ELEMENTAR POR ICP-MS E ICP-OES

As amostras foram homogeneizadas e quarteadas, até a obtenção de cerca de 10 g de amostra, e armazenadas em frascos hermeticamente fechados e devidamente identificados. As amostras foram pesadas aproximadamente 0,25g, com precisão de 0,1 mg, utilizando balança analítica (Ohaus, EUA), em tubos do tipo Falcon estéril de 50 mL (Sarstedt, Alemanha), aos quais foram adicionados 3 mL de ácido nítrico concentrado (HNO₃) P.A. (bidestilado) (Qhemis, Brasil), e deixados à temperatura ambiente por 12 h (SULCECK; DOLEZAL; POVONDRA, 1968; EPA, 2014).

Em seguida, os tubos com as tampas fechadas foram colocados em chapa de aquecimento (Fisaton, Brasil) a 100 °C por 4 h em recipientes fechados para evitar a volatilização de certos elementos, como o Hg. Após resfriadas, foram adicionados 1,0 mL de peróxido de hidrogênio, e repetido o aquecimento por mais 2 h, até que as soluções se tornaram límpidas. Após resfriadas até a temperatura ambiente, as soluções foram diluídas em 30 mL com água ultrapura obtida de um sistema Milli-Q®.

Para a validação dos métodos foi utilizado dois materiais de referências certificados de leite em pó desnatado (*skimmed milk powder*) – ERM® - BD150 e NIST® 1549, de composições similares às matrizes estudadas dos produtos lácteos, aos quais passaram pelos mesmos procedimentos de preparo das amostras, assim como os brancos.

Para construção das curvas de calibração foi utilizada uma solução-padrão multielementar Merck IV (Merck, SP, BRA), composta por 23 elementos diluídos em ácido nítrico, além de soluções-padrão unielementares - Ca, P, K, Mg e Na (Qhemis High Purity®, SP, BRA).

A concentração dos elementos essenciais foi determinada segundo métodos estabelecidos (POITEVIN, 2016; KHAN *et al.*, 2014). A determinação dos elementos Co, Cu, Cr, I, Mn, Se e Zn foi por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) do modelo NexIon 300X (PerkinElmer, USA). Enquanto os elementos Ca, P, K, Mg, Na e Fe foram analisados por espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) do modelo Optima 7300 DV (Perkin Elmer, USA). As condições instrumentais de ICP-MS e ICP-OES estão descritas nos APÊNDICES B e C, respectivamente.

O limite de detecção (LOD) e o limite de quantificação (LOQ) foram calculados considerando o desvio padrão (SD) para 10 medições de uma solução em branco dividida pela inclinação da curva analítica multiplicada por 3 (LOD) e 10 (LOQ) e depois multiplicada pelo fator da diluição (INMETRO, 2020). Os LOD e LOQ estão apresentados no APÊNDICE D.

As análises foram realizadas em parceria com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), no Laboratório de Espectrometria Atômica (ICP-OES E ICP-MS) (LABSPECTRO), coordenado pela Prof^a Dr^a Tatiana Dillenburg Saint’Pierre.

5.3 AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE E PORCENTAGEM DIÁRIA DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS

A conformidade em relação a rotulagem foi avaliada pela RDC nº429/2020 da Anvisa, que estabelece que as quantidades de elementos essenciais adicionados aos alimentos devem ser rotuladas, caso sejam iguais ou maiores que 5% do valor diário de referência estabelecido (VDR). Para os elementos naturalmente presentes nos alimentos, a informação nutricional no rótulo passa a ser opcional. Além disso, a RDC nº429/2020 da Anvisa estabelece que os minerais não estejam em quantidade inferior a 20% do declarado no rótulo (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b).

As concentrações de cada elemento essencial analisado nos leites fortificados e compostos lácteos foram calculadas através da média das 3 amostras (triplicata), sendo expressas em 200 mL de produto pronto, de acordo com a porção indicada no rótulo.

Por fim, também foi avaliado o percentual de consumo diário de minerais contidos nos produtos lácteos investigados (LF e CL) frente a recomendação diária dos mesmos preconizada para crianças de 1 a 3 anos e 4 a 8 anos de idade (IOM, 2006; 2011; 2019). O consumo médio de referência adotado para análise foi de 500 mL de produto lácteo, conforme proposto por Lott *et al.* (LOTT *et al.*, 2019).

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos a partir das amostras em triplicata foram apresentados na forma de média \pm desvio padrão. O teste da variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de post-hoc (Tukey) foram empregados para avaliar as diferenças entre as marcas investigadas, com auxílio programa estatístico XLSTAT, 2022 (Nova Iorque, USA). O nível de significância adotada foi o $p < 0,05$.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 EXATIDÃO E PRECISÃO DO MÉTODO

O controle de qualidade do método foi verificado por meio da análise de materiais de referência certificados (leite em pó desnatado ERM® BD150 e leite em pó sem gordura NIST 1549). Os valores de recuperação (86% a 123%) e o desvio padrão relativo (RSD, %) estão demonstrados na Tabela 1. Valores próximos aos estabelecidos para esse tipo de análise para recuperação (90-110%) e RSD ($\leq 8\%$) foram encontrados em outros estudos (THOMPSON; PACQUETTE; BRUNELLE, 2015; CHEN *et al.*, 2020). Os limites de detecção e quantificação (LOD e LOQ) para cada elemento essencial estão descritos no APÊNDICE D.

Tabela 1. Concentração dos elementos essenciais nos materiais de referência certificados e a recuperação calculada para cada elemento.

Elementos	Materiais de referência (mg kg ⁻¹)							
	Skimmed Milk Powder BD150				Non-Fat Milk Powder 1549			
	Análise	Referência	Recuperação	RSD	Análise	Referência	Recuperação	RSD
ICP-MS								
Cu	0,98±0,08	1,08±0,06	91%	8%	0,72±0,03	0,7±0,1	103%	4%
I	1,99±0,01	1,73±0,14	115%	0,5%	4,17±0,31	3,38±0,02	123%	7%
Mn	0,268±0,026	0,289±0,018	93%	10%	0,3±0,01	0,26±0,66	103%	3%
Se	0,19±0,04	0,188±0,014	103%	21%	0,10±0,004	0,11±0,01	91%	4%
Zn	47,6±4,4	44,8±2,0	106%	9%	42,7±1,3	46,1±2,2	93%	3%
ICP-OES								
Ca	13.400±90	13.900±800	96%	0,7%	12.545±115	13.000±500	97%	0,9%
Fe	4,4±0,1	4,6±0,5	95%	2%	2,0±0,02	1,78±0,1	86%	1%
K	16.315±65	17.000±700	96%	0,4%	16.190±150	16.900±300	96%	0,9%
Mg	1.202±17	1.260±100	95%	1%	1.096±10	1.200±30	91%	0,9%
Na	3.929±19	4.180±190	94%	0,5%	4.607±44	4.970±100	93%	1%
P	10.480±60	11.000±600	95%	0,6%	10.300±80	10.600±200	97%	0,8%

Legenda: ICP-MS (espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado); ICP-OES (espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado); RSD (Precisão expressa em desvio padrão relativo, %).

6.2 ANÁLISE DO TEOR DE ELEMENTOS ESSENCIAIS NOS PRODUTOS LÁCTEOS

Foi constatado que os macrominerais com as maiores concentrações médias foram K>Ca>P>Na>Mg. Já para os elementos-traço, observamos a seguinte ordem: Fe>Zn>Cu>Mn>I>Cr>Se>Co, o que pode ser explicado pela fortificação de alguns elementos essenciais nas marcas analisadas em nosso estudo (Tabela 2). Resultados similares ao observado na composição nutricional do leite de vaca não fortificado (FOROUTAN *et al.*, 2019).

Especificadamente, constatou-se que os LF apresentaram maiores concentrações médias de todos os elementos, com exceção do Se, quando comparados com os CL (Tabela 2). Os CL ($4,66 \mu\text{g } 200 \text{ mL}^{-1}$) obtiveram maiores valores que os LF ($2,3 \mu\text{g } 200 \text{ mL}^{-1}$) apenas para o micromineral Se, o que pode ser explicado pela fortificação de Se em três marcas de CL (D, E e F). Os elementos essenciais fortificados e os demais ingredientes dos LF e CL analisados estão descritos no APÊNDICE E.

Tabela 2. Médias^a \pm desvios-padrão ($\text{mg } 200 \text{ mL}^{-1}$) das concentrações de elementos essenciais de leites fortificados e compostos lácteos, por ICP-MS e ICP-OES.

Elementos	Leites Fortificados (LF)			Compostos Lácteos (CL)					
	Marca	Marca	Marca	Marca	Marca	Marca	Marca	Marca	Marca
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Ca*	385,79 $\pm 9,42^a$	260,78 $\pm 9,97^b$	208,36 $\pm 2,94^c$	134,78 $\pm 8,36^f$	183,85 $\pm 6,59^d$	314,43 $\pm 11,55^b$	261,73 $\pm 4,45^c$	172,24 $\pm 6,06^e$	379,42 $\pm 14,91^a$
P*	180,36 $\pm 2,45^b$	207,72 $\pm 7,19^a$	171,93 $\pm 1,80^c$	89,63 $\pm 6,09^f$	99,11 $\pm 3,08^e$	179,27 $\pm 6,09^a$	125,0 $\pm 4,22^d$	146,08 $\pm 5,30^c$	164,94 $\pm 4,21^b$
K*	272,83 $\pm 2,79^c$	293,29 $\pm 9,20^a$	284,49 $\pm 5,50^b$	179,31 $\pm 17,37^f$	193,64 $\pm 8,34^e$	402,42 $\pm 21,43^a$	212,52 $\pm 4,18^d$	303,67 $\pm 35,02^b$	268,07 $\pm 8,56^c$
Mg*	19,66 $\pm 0,43^c$	20,85 $\pm 0,44^a$	8,96 $\pm 0,22^b$	12,25 $\pm 0,78^f$	14,11 $\pm 0,49^e$	16,49 $\pm 0,66^d$	25,32 $\pm 0,52^a$	23,05 $\pm 0,36^b$	19,10 $\pm 0,40^c$
Na*	87,96 $\pm 3,45^a$	89,61 $\pm 3,13^a$	83,04 $\pm 2,08^b$	57,00 $\pm 5,40^d$	57,70 $\pm 4,23^d$	62,94 $\pm 1,72^c$	58,22 $\pm 1,63^d$	112,04 $\pm 8,25^a$	88,15 $\pm 4,89^b$
Co**	2,62 $\pm 0,16^b$	3,47 $\pm 0,71^a$	1,69 $\pm 0,06^c$	0,95 $\pm 0,06^e$	1,38 $\pm 0,06^d$	2,47 $\pm 0,14^b$	1,94 $\pm 0,09^c$	1,35 $\pm 0,07^d$	3,50 $\pm 0,18^a$
Cu**	10,60 $\pm 0,54^c$	18,76 $\pm 3,96^b$	124,61 $\pm 4,72^a$	69,15 $\pm 8,42^b$	98,88 $\pm 5,05^a$	8,63 $\pm 0,96^c$	94,99 $\pm 11,66^a$	6,93 $\pm 0,37^c$	9,49 $\pm 0,52^c$
Cr**	11,96 $\pm 1,08^b$	15,16 $\pm 2,32^a$	14,95 $\pm 0,68^a$	13,06 $\pm 2,11^a$	10,71 $\pm 1,13^b$	13,38 $\pm 3,26^a$	11,64 $\pm 0,62^b$	13,97 $\pm 1,94^a$	13,42 $\pm 0,68^a$
Fe*	6,48 $\pm 0,34^a$	4,72 $\pm 1,63^b$	4,68 $\pm 0,23^b$	2,59 $\pm 0,20^b$	2,62 $\pm 0,13^b$	2,82 $\pm 0,33^b$	2,15 $\pm 0,05^c$	1,79 $\pm 0,25^d$	6,65 $\pm 0,98^a$
I**	19,29 $\pm 4,83^b$	29,80 $\pm 7,92^a$	10,32 $\pm 1,45^c$	18,18 $\pm 2,51^d$	25,25 $\pm 6,53^b$	21,31 $\pm 4,76^c$	28,28 $\pm 8,05^a$	16,09 $\pm 5,23^{de}$	14,94 $\pm 4,12^e$
Mn**	17,68 $\pm 1,74^b$	87,69 $\pm 27,59^a$	12,73 $\pm 0,91^b$	22,49 $\pm 7,44^b$	25,47 $\pm 1,59^a$	16,48 $\pm 2,22^d$	16,56 $\pm 3,59^{cd}$	9,28 $\pm 1,46^e$	19,07 $\pm 2,83^c$
Se**	1,89 $\pm 0,55^b$	2,56 $\pm 0,68^a$	2,45 $\pm 0,47^a$	7,46 $\pm 1,59^a$	3,05 $\pm 0,76^c$	6,47 $\pm 1,02^b$	5,95 $\pm 0,95^b$	2,54 $\pm 0,60^c$	2,47 $\pm 0,88^c$
Zn	1,65 $\pm 0,10^c$	1,87 $\pm 0,43^b$	2,02 $\pm 0,08^a$	1,17 $\pm 0,11^b$	1,17 $\pm 0,06^b$	1,15 $\pm 0,10^b$	0,86 $\pm 0,08^c$	0,27 $\pm 0,03^d$	1,49 $\pm 0,19^a$

Legenda: ^amédia calculada a partir de 6 lotes em triplicatas de cada marca de LF e CL; *Análise realizada por ICP-OES; **Concentrações em $\mu\text{g } 200 \text{ mL}^{-1}$; Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as marcas de cada tipo de produto lácteo ($p < 0,05$).

Os LF e CL não possuem parâmetros de quantidades mínimas e máximas de macrominerais e elementos-traço (BRASIL, 2007a; EFSA, 2014a), assim a composição de micronutrientes tende a ser heterogênea. Na Europa, um estudo mostrou ampla variação dos CL para os macrominerais Na ($15,9 - 85,7 \text{ mg } 100 \text{ kcal}^{-1}$), K ($85,9 - 322,9 \text{ mg } 100 \text{ kcal}^{-1}$), Ca

(77,1 – 270,8 mg 100 kcal⁻¹), P (46,4 – 185,7 mg 100 kcal⁻¹) e Mg (6,6 – 49 mg 100 kcal⁻¹), e para os elementos-traço, Fe (1 – 2,9 mg 100 kcal⁻¹), Zn (0,07 – 3 mg 100 kcal⁻¹), Cu (0,002 – 0,14 mg 100 kcal⁻¹), Mn (0,002 – 1 mg 100 kcal⁻¹), Se (0,98 – 6,7 µg 100 kcal⁻¹), I (0,01 – 54 µg 100 kcal⁻¹). Para micromineral Cr a variação foi baixa (1,43 – 1,45 µg 100 kcal⁻¹) (PERÉZ *et al.*, 2013).

Na França, Chekri *et al.* (2019) também analisaram CL, observando menores valores de Cr (10 – 61 µg kg⁻¹) e Co (0,7 – 1 µg kg⁻¹) que nosso estudo (13,1 µg 200 mL⁻¹ e 2,2 µg 200 mL⁻¹, respectivamente) O uso de fertilizantes pode levar a maiores concentrações de Co, já a contaminação do solo e da água pode ser responsável pela elevação de Cr (GONÇALVES *et al.*, 2014). Além disso, as quantidades de Cr nos produtos lácteos podem ser aumentadas pela contaminação por aço inoxidável (KAMERUD; HOBBIE; ANDERSON, 2013). O aço inoxidável é um material extensamente utilizado na indústria láctea, principalmente por ser resistente a corrosão e por sua boa capacidade de limpeza (DEWANGAN; PATEL; BHADANIA, 2015).

Na América Latina, um estudo que avaliou a composição de CL no Brasil encontrou as seguintes concentrações de elementos essenciais: Fe (6,48 ± 7,37 mg 200 mL⁻¹), Zn (98,63 ± 21,86 mg 200 mL⁻¹), Co (0,26 ± 0,27 mg 200 mL⁻¹), Se (3,95 ± 1,91 mg 200 mL⁻¹) e Ca (360,8 ± 48,13 mg 200 mL⁻¹). No entanto, ao avaliar as marcas utilizadas no estudo, percebe-se que as mesmas não são direcionadas para o público infantil (SANT'ANA; CARVALHO; SILVA, 2021).

Em nosso estudo, ao comparar os LF e CL, percebemos que há maiores variações nas quantidades dos elementos-traço, em destaque Cu e Mn. A marca C dos LF e as marcas D, E e G dos CL apresentaram altas concentrações de Cu. As quantidades de Cu na marca C de LF e as marcas D, E e G de CL foram cerca de 10 vezes maiores que as encontradas nas demais marcas (A, B, F, H e I). Já para o Mn, a marca B dos LF obteve uma média de 87,7 µg 200 mL⁻¹, enquanto as demais marcas (A, C, D, E, F, G, H e I) de LF e CL estiveram entre 9,3 e 25,5 µg 200 mL⁻¹. A ampla variação na concentração de Cu nos LF e CL pode ser justificada pela fortificação de Cu nas marcas com elevadas quantidades (C, D, E e G). Em contraponto, em relação ao Mn, a fortificação foi realizada apenas nas marcas D e G de CL.

As concentrações de Mn em produtos lácteos infantis parecem variar de acordo com a idade do público-alvo, uma vez que as fórmulas infantis de partida e de seguimento possuem limites máximos e mínimos estabelecidos, ao contrário dos CL (BRASIL, 2007a; 2011a; 2011b; EFSA, 2014a). Como observado por Frisbie *et al.* (2019), que avaliaram Mn em produtos infantis nos Estados Unidos e na França, os produtos lácteos (a base de leite de vaca)

direcionados para crianças menores de 1 ano, como as fórmulas infantis de partida e de seguimento, as concentrações de Mn estiveram entre 230 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 1200 $\mu\text{g L}^{-1}$. Por outro lado, os produtos lácteos (a base de leite de vaca) para crianças acima de 1 ano, apresentaram uma variação entre 200 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 2100 $\mu\text{g L}^{-1}$.

6.3 COMPARAÇÃO DO TEOR DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS COM O PRECONIZADO PELA LEGISLAÇÃO VIGENTE

Segundo a RDC nº429/2020 da Anvisa, qualquer nutriente essencial só precisa ser rotulado quando estiver em concentrações maiores de 5% da recomendação por porção ou tiverem alegações nutricionais, de propriedades funcionais ou de saúde. Caso o nutriente seja naturalmente presente nos alimentos, a informação nutricional no rótulo passa a ser opcional (BRASIL, 2020a; 2020b). Em nosso estudo, ao analisar os rótulos dos LF e CL, constatamos que nenhuma das marcas apresentou inconformidades com o disposto pela RDC nº429/2020 da Anvisa no diz respeito a rotulagem de elementos acima de 5% da recomendação (dado não mostrado).

Além da recomendação supracitada, a RDC nº429/2020 da Anvisa também estabelece que as quantidades de nutrientes não podem ser inferiores a 20% do valor declarado no rótulo (BRASIL, 2020a; 2020b). Dessa maneira, embora nenhuma marca tenha apresentado inconformidade com a rotulagem de elementos acima de 5% da recomendação, de maneira geral, observamos que os CL (n = 10) apresentaram mais elementos rotulados que os LF (n = 5) (Tabela 3). Um maior número de elementos rotulados facilita a comparação com outra recomendação da RDC nº429/2020 da Anvisa, relativa à variação do rótulo (20%), além da estimativa do consumo infantil.

Tabela 3. Comparação entre as concentrações ($\text{mg } 200 \text{ mL}^{-1}$) dos elementos essenciais analisados e dos rótulos de leites fortificados e compostos lácteos.

Elementos		Leites Fortificados			Compostos Lácteos					
		Marca A	Marca B	Marca C	Marca D	Marca E	Marca F	Marca G	Marca H	Marca I
Ca	<i>Análise</i>	385,79	260,78	208,36	134,78	183,85	314,43	261,73	172,24	379,42
	<i>Rótulo</i>	380,00	300,00	223,00	153,00	192,00	320,00	270,00	200,00	380,00
	<i>Dif (%)</i>	1,52	-13,07	-6,57	-11,91	-4,24	-1,74	-3,06	-13,88	-0,15
P	<i>Rótulo</i>	-	-	-	99,00	106,00	170,00	132,00	-	-
	<i>Análise</i>	180,36	207,72	171,93	89,63	99,11	179,27	125,00	146,08	164,94
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-9,46	-6,50	5,45	-5,30	-	-

Continuação da Tabela

	<i>Análise</i>	272,83	293,29	284,49	179,31	193,64	402,42	212,52	303,67	268,07
K	<i>Rótulo</i>	-	-	-	-	208,00	-	-	-	-
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-	-6,90	-	-	-	-
	<i>Análise</i>	19,66	20,85	18,96	12,25	14,11	16,49	25,32	23,05	19,10
Mg	<i>Rótulo</i>	-	-	-	13,00	14,00	16,00	26,00	-	-
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-5,77	0,79	3,06	-2,62	-	-
	<i>Análise</i>	87,96	89,61	83,04	57,00	57,70	62,94	58,22	112,04	88,15
Na	<i>Rótulo</i>	91,00	75,00	100,00	72,00	63,00	75,00	66,00	150,00	89,00
	<i>Dif (%)</i>	-3,34	19,48	-16,96	-20,83	-8,41	-16,08	-11,79	-25,31	-0,96
	<i>Análise</i>	6,48	4,72	4,68	2,59	2,62	2,82	2,15	1,79	6,65
Fe	<i>Rótulo</i>	5,30	4,20	4,20	2,80	2,70	2,60	2,40	2,10	5,40
	<i>Dif (%)</i>	22,26	12,38	11,43	-7,50	-2,96	8,46	-10,42	-14,76	23,15
	<i>Análise</i>	2,62	3,47	1,69	0,95	1,38	2,47	1,94	1,35	3,50
Co	<i>Rótulo</i>	NA								
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Análise</i>	10,60	18,76	124,61	69,15	98,88	8,63	94,99	6,93	9,49
Cu*	<i>Rótulo</i>	-	-	135,00	84,00	128,00	-	122,00	-	-
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-7,70	-17,68	-22,75	-	-22,14	-	-
	<i>Análise</i>	11,96	15,16	14,95	13,06	10,71	13,38	11,64	13,97	13,42
Cr*	<i>Rótulo</i>	NA								
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Análise</i>	19,29	29,80	10,32	18,18	22,12	24,44	23,19	16,30	15,01
I*	<i>Rótulo</i>	-	-	-	24,00	37,00	-	48,00	-	-
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-24,25	-40,22	-	-51,69	-	-
	<i>Análise</i>	17,68	87,69	12,73	22,49	25,47	16,48	16,56	9,28	19,07
Mn*	<i>Rótulo</i>	NA								
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Análise</i>	1,89	2,56	2,45	7,46	3,05	6,47	5,95	2,54	2,47
Se*	<i>Rótulo</i>	-	-	-	4,70	2,90	7,00	3,40	-	-
	<i>Dif (%)</i>	-	-	-	58,72	5,17	-7,57	75,00	-	-
	<i>Análise</i>	1,65	1,87	2,02	1,17	1,17	1,15	0,86	0,27	1,49
Zn	<i>Rótulo</i>	2,10	2,10	2,10	1,80	1,90	1,60	1,20	-	2,10
	<i>Dif (%)</i>	-21,43	-10,95	-3,81	-35,00	-38,42	-28,13	-28,33	-	-29,05

Legenda: * concentrações em $\mu\text{g } 200 \text{ mL}^{-1}$; Dif: diferença; NA (não apresentado no rótulo).

Todas as marcas analisadas (A, B, C, D, E, F, G, I) rotularam Ca, Na, Fe e Zn, exceto a marca H, que não informou Zn. A marca H foi fortificada apenas com Fe (APÊNDICE E), fazendo com que a rotulagem de Zn fosse opcional. Já para os elementos Co, Cr e Mn não foi possível fazer a comparação da variação do rótulo, pois não foram rotulados em nenhuma das marcas (Tabela 3). Nesse sentido, observamos que a marca A de LF e as marcas D, E, F, G e I de CL apresentaram concentrações de Zn inferior a 20% do rotulado, sendo o elemento essencial com maior número de inconformidades ($n = 6$). A marca D de CL também apresentou

inconformidade para os elementos Na e I, as marcas E e G de CL para Cu e I e a marca H de CL para Na.

Recentemente, a legislação relacionada a rotulagem sofreu mudanças. A RDC nº360/2003 da Anvisa, que apontava para uma variação de $\pm 20\%$ com o rotulado, foi revogada (BRASIL, 2003). A atual RDC nº429/2020 da Anvisa indica uma tolerância apenas de 20% inferior do rotulado (BRASIL, 2020a; 2020b). Em nosso estudo, foram encontradas quantidades acima de 20% do valor declarado no rótulo nas marcas A e I para Fe e nas marcas D e G para Se. Embora a nova legislação aponte uma tolerância para variação de 20% inferior do rotulado, alertamos para o excesso de nutrientes.

Vale ressaltar que a alimentação da criança não é só composta pelo grupo do leite e grande parte dos macrominerais e elementos-traço são obtidos de outros grupos alimentares (BRASIL, 2019). Por isso, deve-se alertar para o alto consumo de grandes quantidades de produtos fortificados, uma vez que podem ultrapassar até o limite máximo de ingestão (UL) dos macrominerais e elementos-traço (WHO, 2006).

A composição do leite de vaca não fortificado pode variar de acordo com a raça, estágio de lactação, saúde do animal e pela alimentação/nutrição (BRITO *et al.*, 2021; NAP, 1998). Além disso, a variação dos elementos essenciais pode ocorrer pela fortificação de elementos essenciais no produto. Além disso, como os produtos lácteos fortificados (LF e CL) não possuem limites máximos e mínimos estabelecidos (BRASIL, 2007a; EFSA, 2014a), há na literatura uma heterogeneidade quanto a sua composição (HOJSAK *et al.*, 2018; PERÉZ *et al.*, 2013). Um ponto importante é a escassez de estudos que tenham avaliado as concentrações dos elementos essenciais em LF e CL e comparado com os rótulos, o que dificulta nossa análise quanto a variação da rotulagem (20%).

Em contraponto, as fórmulas infantis possuem um controle mais rígido em sua composição, com limites máximos e mínimos estabelecidos (BRASIL, 2011a; 2011b). Contudo, em relação a rotulagem, as fórmulas infantis também devem o disposto pela RDC nº429/2020 da Anvisa, com uma variação de 20%. Dessa forma, podem apresentar uma variação de +20%, mas não inferior a -20%. Para as fórmulas infantis, o importante é que o limite máximo estabelecido não seja ultrapassado (BRASIL, 2023).

Nesse contexto, Silva *et al.* (2013) analisaram fórmulas infantis de partida e de seguimento no Brasil. Foi observada elevada variação em relação a rotulagem, principalmente para os minerais Cu (+41%), Mn (+73%) e Zn (-68%). Outro estudo, que também avaliou fórmulas infantis de partida e de seguimento no Brasil, encontrou maiores variações ($\pm 20\%$ do rótulo) nos elementos Ca, K, Zn, I (-20%) e Mn e Se (+20%) (ALMEIDA *et al.*, 2022). Dessa

forma, observamos que, mesmo com uma legislação rígida, há grande variação nos elementos essenciais nas fórmulas infantis, especialmente no que tange os elementos-traço.

6.4 AVALIAÇÃO DO PERCENTUAL DE CONSUMO DE MINERAIS PRESENTES NOS PRODUTOS LÁCTEOS FORTIFICADOS FRENTE AS RECOMENDAÇÕES NUTRICIONAIS

O leite de vaca não fortificado é um alimento que naturalmente contém boas quantidades de K (145 mg 100g⁻¹), Ca (112 mg 100g⁻¹), P (91 mg 100g⁻¹), Na (17 mg 100g⁻¹) e Mg (11 mg 100g⁻¹) (CAROLI *et al.*, 2011; FAO, 2013), e menores de Fe (0,1 mg 100g⁻¹), Mn (8 µg 100g⁻¹), Se (1,8 µg 100g⁻¹) e Cu (traços 100g⁻¹). Dessa forma, estima-se que duas porções (500 mL) de leite de vaca não fortificado já sejam capazes de atingir 100% das necessidades para Ca, >70% para Se e >40% para Mg (FAO, 2013).

Os alimentos fortificados também tendem a contribuir de forma significativa na ingestão de nutrientes, como visto em um estudo realizado nos Estados Unidos com crianças e adolescentes. Os pesquisadores constataram que os produtos fortificados diminuíram a inadequação nutricional principalmente de Fe, Zn e Ca (BERNER *et al.*, 2014). Outro estudo, realizado no Brasil com crianças pequenas, teve resultados similares. Cerca de 88% das crianças consumia algum tipo de produto fortificado, que contribuía principalmente na adequação de Fe e Zn. Assim, foi observada uma baixa inadequação nutricional para Ca (11,4%), Fe (1,2%) e Zn (0%) (SANGALLI; RAUBER; VITOLO, 2016).

Dentre os produtos fortificados, os CL vêm se destacando nos últimos anos por sofrerem intensas ações de publicidade e marketing, cujo objetivo visa destacar principalmente a adição de nutrientes essenciais (LEÃO; GUBERT, 2019). Pries *et al.* (2021) analisaram 99 amostras de CL na Indonésia, e 97% apresentava algum tipo de alegação nutricional no rótulo. Os elementos essenciais mais citados nos rótulos foram Zn (18,2%) e Ca (14,1%). Incomumente, o elemento Fe não foi mencionado nesse estudo.

Em nosso estudo, para que fosse possível comparar os LF e CL com os nutrientes provindos apenas do leite de vaca, utilizamos uma marca de leite de vaca não fortificado como controle (Tabela 4). Constatou-se que os leites de vaca não fortificados contribuem de forma considerável nos macrominerais Ca (55,3 – 79%), P (86,7 – 94,3%), K (30,7 – 35,3%) e Mg (41,1 – 66,9%) e dos elementos-traço Cr (21,5 – 29,3%) e Se (41,8 – 62,8%). Com esses dados, podemos sugerir que a fortificação desses elementos (Ca, P, Mg, Cr e Se) não é necessária nos LF e CL.

Tabela 4. Estimativa de consumo (% RDA) dos elementos essenciais em 500mL de leite de vaca não fortificado, leites fortificados e compostos lácteos.

Elementos	RDA	Leite de vaca	Leites Fortificados			Compostos Lácteos					
		—	Marca A	Marca B	Marca C	Marca D	Marca E	Marca F	Marca G	Marca H	Marca I
Ca	1 a 3 anos	79,04	137,78	93,14	74,41	48,14	65,66	112,30	93,48	61,51	135,51
	4 a 8 anos	55,33	96,45	65,20	52,09	33,70	45,96	78,61	65,43	43,06	94,86
P	1 a 3 anos	94,30	98,02	112,89	93,44	48,71	53,86	97,43	67,93	79,39	89,64
	4 a 8 anos	86,76	90,18	103,86	85,97	44,82	49,56	89,64	62,50	73,04	82,47
K	1 a 3 anos	35,26	34,10	36,66	35,56	22,41	24,21	50,30	26,57	37,96	33,51
	4 a 8 anos	30,66	29,66	31,88	30,92	19,49	21,05	43,74	23,10	33,01	29,14
Mg	1 a 3 anos	66,85	61,44	65,16	59,25	38,28	44,09	51,53	79,13	72,03	59,69
	4 a 8 anos	41,14	37,81	40,10	36,46	23,56	27,13	31,71	48,69	44,33	36,73
Na	1 a 3 anos	26,82	27,49	28,00	25,95	17,81	18,03	19,67	18,19	35,01	27,55
	4 a 8 anos	21,46	21,99	22,40	20,76	14,25	14,43	15,74	14,56	28,01	22,04
Fe	1 a 3 anos	*	231,43	168,57	167,14	92,50	93,57	100,71	76,79	63,93	237,50
	4 a 8 anos	*	162,00	118,00	117,00	64,75	65,50	70,50	53,75	44,75	166,25
Co	1 a 3 anos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4 a 8 anos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	1 a 3 anos	5,34	7,79	13,79	91,63	50,85	72,71	6,35	69,85	5,10	6,98
	4 a 8 anos	4,13	6,02	10,66	70,80	39,29	56,18	4,90	53,97	3,94	5,39
Cr	1 a 3 anos	29,32	271,82	344,55	339,77	296,82	243,41	304,09	264,55	317,50	305,00
	4 a 8 anos	21,50	199,33	252,67	249,17	217,67	178,50	223,00	194,00	232,83	223,67
I	1 a 3 anos	**	53,58	82,78	28,67	50,50	61,44	67,89	64,42	45,28	41,69
	4 a 8 anos	**	53,58	82,78	28,67	50,50	61,44	67,89	64,42	45,28	41,69
Mn	1 a 3 anos	1,78	3,68	18,27	2,65	4,69	5,31	3,43	3,45	1,93	3,97
	4 a 8 anos	1,42	2,95	14,62	2,12	3,75	4,25	2,75	2,76	1,55	3,18
Se	1 a 3 anos	62,75	23,63	32,00	30,63	93,25	38,13	80,88	74,38	31,75	30,88
	4 a 8 anos	41,83	15,75	21,33	20,42	62,17	25,42	53,92	49,58	21,17	20,58
Zn	1 a 3 anos	8,33	137,50	155,83	168,33	97,50	97,50	95,83	71,67	22,50	124,17
	4 a 8 anos	5,00	82,50	93,50	101,00	58,50	58,50	57,50	43,00	13,50	74,50

Legenda: RDA (*Recommended Dietary Allowance*); ND (Não determinado); *Abaixo do limite de quantificação; **Abaixo do limite de detecção.

Já em relação aos produtos lácteos fortificados, observamos que, em um consumo médio de 500 mL, as seguintes marcas atingiram mais de 90% da recomendação: A, B de LF e F, G, I de CL para Ca, A, B, C de LF e F de CL para P, A, B, C de LF e D, E, F, I de CL para Fe, C de LF para Cu, D de CL para Se e A, B, C de LF e D, E, F e I de CL para Zn. Todas as marcas de LF e CL estiveram entre 178,5 e 344,6% da recomendação de Cr (Tabela 4).

Nossas análises mostram que os LF e CL contribuíram principalmente com a recomendação de ingestão de Fe (44,8 – 237,5%), I (28,7 – 82,8%), Cu (3,9 – 91,6%) e Zn (13,5% – 168,3%). No entanto, destacamos a ampla variação das concentrações dos elementos

entre as marcas de LF e CL. Para exemplificar, um consumo médio diário de 500 mL da marca A de LF atingiria 231,4% da recomendação de Fe para crianças de 1 a 3 anos, e 162% para crianças de 4 a 8 anos. Enquanto a marca H de CL, na mesma quantidade, representaria 44,8% e 63,9%, respectivamente. Assim, sugerimos que uma fortificação realizada sem devida padronização pode predispor ao excesso de elementos, acima da RDA, ou a um consumo abaixo da recomendação.

A OMS considera a deficiência de Fe e I um problema de saúde pública no mundo todo, especialmente em países do Sudeste Asiático e da África. A OMS também ressalta que, embora haja escassez de dados, é provável que a deficiência de zinco seja de moderada a alta em países em desenvolvimento (WHO, 2006). Em consonância, constatamos que os elementos Fe ($n = 9$) e Zn ($n = 8$) são os mais fortificados em nossas amostras de LF e CL (APÊNDICE E). Vale lembrar que no Brasil o elemento I já é alvo de ações governamentais, através da fortificação obrigatória no sal para consumo humano (BRASIL, 2013b).

O Fe é um dos elementos-traço com maior destaque mundial, devido a sua importância na saúde infantil e alta prevalência de anemia ferropriva (por deficiência de Fe) (WHO, 2017). A elevada estimativa de ingestão (44,8 – 237,5%) encontrada em nosso estudo é alvo de atenção especialmente pelo consumo por crianças pequenas. Afinal, no Brasil, a suplementação profilática de Fe é recomendada até os 2 anos de idade, na dose de aproximadamente 1 mg de Fe elementar por quilo de peso (FISBERG *et al.*, 2018). Sendo assim, o uso de produtos fortificados, alimentos-fonte, juntamente com a suplementação podem levar a uma ingestão elevada de Fe. Assim como a deficiência, o excesso de Fe ocasiona problemas, como aumento da resposta inflamatória do organismo, predispondo a infecções (WHO, 2017). Logo, é importante manter um consumo adequado de Fe, porém sem ultrapassar o limite máximo de ingestão (UL) de 40 mg (IOM, 2006).

O Zn é outro elemento com relevância global, afinal diversos estudos vêm apontando para alta prevalência de deficiência em crianças menores de 5 anos de idade (12 – 67%) (STEVENS *et al.*, 2022), principalmente nos países de baixa e média renda (4 – 83%) (GUPTA; BRAZIER; LOWE, 2020). Inclusive, estima-se que a deficiência de Zn seja a causa de 4,4% das mortes entre crianças de 6 a 59 meses ao redor do mundo, em destaque para Índia, Nigéria, República Democrática do Congo, Etiópia e Afeganistão. Afinal, apenas os cinco países acumulam 47% de todas as mortes por deficiência de Zn (WALKER; EZZATI; BLACK, 2009).

Nossos dados mostram que um consumo de 500 mL de produto lácteo fortificado contribui amplamente na recomendação diária de Zn (13,5 – 168,3%). No entanto, vale destacar que o elemento Zn possui um cenário complexo, já que seus valores de recomendação diária (3

a 5 mg) e UL (7 a 12 mg) são próximos (IOM, 2006). Dessa forma, pequenos acréscimos de Zn dietético, como através de alimentos-fonte, podem aumentar o risco de uma ingestão acima do UL. O excesso de Zn está ligado principalmente a efeitos gastrointestinais, como dores abdominais, vômitos e diarreia (WHO, 2001). Além disso, já foram descritas interações negativas entre Zn e Fe, Ca e Cu (COZZOLINO, 1997). Assim, o excesso de Zn também pode também contribuir negativamente para o estado nutricional de outros elementos essenciais.

Em nosso estudo, o Cr se destacou por apresentar os maiores percentuais de ingestão (178,5 – 344,5%), embora não tenha havido fortificação de Cr em nenhuma das marcas dos LF e CL analisadas (APÊNDICE E). Apesar do Cr ser considerado, em algum grau, um elemento essencial, a EFSA questiona essa informação, reforçando que não há dados suficientes para tal afirmação (EFSA, 2014b). Nesse sentido, a EFSA não estabelece valores mínimos ou máximos desse mineral para fórmulas infantis, inclusive nas fórmulas de seguimento, reiterando que a fortificação de Cr nesses produtos não é necessária (EFSA, 2014a). Devido à sua absorção reduzida, a ingestão de Cr possui um nível baixo de toxicidade. Com isso, não há um UL estabelecido para Cr (IOM, 2006). O consumo médio de Cr na infância varia de acordo com a idade. Em crianças acima de 1 ano de idade, a média é de 1,6 a 5,9 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ao dia (EFSA, 2014b).

A ampla variação de Cu em nossas análises pode ser explicada pela fortificação de Cu na marca C dos LF e D, E e G dos CL, uma vez que as marcas não fortificadas (A, B dos LF e F, H e I dos LF) apresentam quantidades semelhantes ao leite de vaca não fortificado (controle). Já em relação ao I, apenas a marca E dos CL foi fortificada, não sendo possível atribuir a fortificação a ampla faixa na estimativa de consumo (28,7 – 82,8%). Na literatura, o leite de vaca não fortificado apresenta grande variação nas concentrações de I (33 – 534 $\mu\text{g kg}^{-1}$). Os fatores que influenciam esses valores são: consumo de I e de goitrogênios, produção de leite, estação do ano, uso de produtos desinfetantes contendo I, tipo da pecuária de leite (orgânico ou convencional) e processamento do leite (VAN DER REIJDEN; ZIMMERMANN; GALETTI, 2017).

Nos estudos de intervenção, quando comparados com leite de vaca não fortificado, os CL contribuem principalmente na ingestão de Fe e Zn de crianças pequenas (LOVELL *et al.*, 2018; WALTON; FLYNN, 2013). Inclusive, em um dos estudos, o consumo CL foi associado a ingestão de Zn acima do UL (WALTON; FLYNN, 2013). Contudo, uma revisão sistemática, que avaliou o consumo de LF e CL no crescimento e estado nutricional de crianças pequenas, não observou diferenças significativas na composição corporal, estatura, hemoglobina e zinco sérico (MATSUYAMA *et al.*, 2017).

Assim, há um esforço mundial para estabelecer indicações de uso dos CL e critérios em sua composição. Em 2013, especialistas de seis países sugeriram uma fortificação com 20% da necessidade média estimada (EAR) dos minerais por porção de CL (LIPPMAN *et al.*, 2016). Um ponto importante a destacar é que os estudos e Consensos, de maneira geral, consideram os CL sinônimos das fórmulas de primeira infância.

Assim, em 2015, outro grupo de especialistas de diversos países reforçaram que as fórmulas de primeira infância (ou CL) podem ser utilizadas como uma das estratégias para aumentar a ingestão de nutrientes. Os autores estabeleceram uma recomendação para a composição desses produtos para os nutrientes considerados críticos (níveis altos de inadequação e deficiência), em uma ingestão recomendada de fórmulas de primeira infância de 200 – 400 mL ao dia (SUTHUTVORAVUT *et al.*, 2015).

Os valores mínimos e níveis superiores sugeridos (GUL) foram, respectivamente: Fe (1 mg 100 kcal⁻¹ e 3 mg 100 kcal⁻¹), I (12 µg 100 kcal⁻¹ e 36 µg 100 kcal⁻¹), Zn (0,6 mg 100 kcal⁻¹ e 1,8 mg 100 kcal⁻¹). Para Ca foi estabelecido apenas o valor mínimo de 200 mg 100 kcal⁻¹. Já para o Na os valores mínimos e GUL (25 mg 100 kcal⁻¹ e 75 mg 100 kcal⁻¹, respectivamente) foram possivelmente sugeridos com base no alto consumo de Na por crianças (SUTHUTVORAVUT *et al.*, 2015).

Na Europa, a ESPGHAN propõe que as fórmulas de primeira infância possuam uma composição parecida com a das fórmulas de seguimento. Inclusive, é destacado que o consumo de fórmulas de seguimento pode ser continuado por crianças pequenas (maiores de 1 ano de idade). Por fim, a ESPGHAN ressalta que as fórmulas de primeira infância podem ter uma fortificação mais simples, com foco nos nutrientes-chave que abranjam as principais deficiências das crianças europeias (Fe, vitamina D e ômega 3) (HOJSAK *et al.*, 2018).

Recentemente, um grupo de especialistas do Oriente Médio publicaram um Consenso sobre o consumo de fórmulas de primeira infância. Embora não tenham sido estabelecidas quantidades específicas de minerais, as fórmulas de primeira infância foram apontadas como uma das estratégias para melhorar o estado nutricional de crianças pequenas nessa região. Nesse sentido, os pesquisadores recomendam a substituição do leite de vaca sem fortificação pelas fórmulas de primeira infância para todas as crianças do Oriente Médio, como forma de reduzir as deficiências nutricionais. Outras formas de aumentar a ingestão de nutrientes foram citadas pelos autores, como o uso de leites e cereais fortificados, suplementos de vitaminas e minerais e introdução de carne e peixe (AL-BILTAGI *et al.*, 2022).

No Brasil, as fórmulas infantis de primeira infância devem seguir a RDC nº44 da Anvisa, enquanto os CL não possuem limites mínimos e máximos para os minerais (BRASIL,

2007a; 2011b). Dessa forma, não são considerados um mesmo produto infantil. Em relação aos valores mínimos e máximos/limites superiores de referência, as fórmulas de primeira infância devem apresentar uma composição similar a das fórmulas infantis de seguimento: Ca (50 mg 100 kcal⁻¹ e 140 mg 100 kcal⁻¹, respectivamente), Cu (35 µg 100 kcal⁻¹ e 120 µg 100 kcal⁻¹), Fe (0,9 mg 100 kcal⁻¹ e 2 mg 100 kcal⁻¹), P (25 mg 100 kcal⁻¹ e 100 mg 100 kcal⁻¹), I (10 µg 100 kcal⁻¹ e 60 µg 100 kcal⁻¹), Mg (5 mg 100 kcal⁻¹ e 15 mg 100 kcal⁻¹), Mn (1 µg 100 kcal⁻¹ e 100 µg 100 kcal⁻¹), K (60 mg 100 kcal⁻¹ e 180 mg 100 kcal⁻¹), Se (1 µg 100 kcal⁻¹ e 9 µg 100 kcal⁻¹), Na (20 mg 100 kcal⁻¹ e 60 mg 100 kcal⁻¹) e Zn (0,5 mg 100 kcal⁻¹ e 1,5 mg 100 kcal⁻¹) (BRASIL, 2011b).

6.5 PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES

Até onde sabemos, há poucos dados relativos à real concentração dos elementos essenciais em LF e CL. A maioria dos estudos são realizados com fórmulas infantis para lactentes. Usualmente, os estudos existentes avaliam o consumo destes elementos com base apenas no rótulo do produto ou tabelas de composição de alimentos. Nosso estudo analisou as principais marcas de LF e CL do mercado, através de métodos recomendados e validados para adequada investigação dos elementos essenciais.

Como limitação podemos citar a restrição orçamentária para a compra mais ampla de outras marcas disponíveis no mercado. Embora em nosso estudo tenhamos estimado a quantidade diária ingerida dos elementos essenciais provindos dos LF e CL, não foi realizada a investigação quanto a biodisponibilidade dos minerais e as interações negativas entre os mesmos e a matriz alimentar.

Em resumo, em nosso estudo, os LF apresentaram maiores concentrações médias de todos os elementos essenciais analisados, com exceção do Se. Nossos achados mostram ampla variação entre os valores analisados e os rotulados, principalmente para o macromineral Na e os elementos-traços Zn, Cu e I. Em relação a estimativa de consumo, observamos que os LF e CL contribuíram sobretudo com a recomendação de ingestão dos elementos-traço Fe, I, Cu e Zn.

6.6 PERSPECTIVAS FUTURAS

Inicialmente, nossas amostras foram adquiridas com verba própria. Posteriormente, foi possível expandir o estudo, através do financiamento Auxílio à Pesquisa (APQ 1) da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) em 2021. Para o projeto aprovado, intitulado de “Investigação da composição em ácidos graxos e de elementos essenciais e tóxicos em produtos lácteos direcionados para primeira infância”, houve a continuidade da parceria com o LABSPECTRO da PUC-Rio.

7. CONCLUSÃO

Apesar de não serem recomendados rotineiramente para crianças menores de 2 anos devido ser um alimento ultraprocessado, os CL podem ser utilizados como uma estratégia para melhorar a ingestão de elementos essenciais necessários à saúde e ao crescimento infantil. Sugere-se que a indicação do seu consumo no lugar do leite de vaca seja realizada com cautela devido a composição nutricional destes produtos ser ainda bastante heterogênea entre as marcas, levando a necessidade da realização de estudos clínicos que comprovem seus reais benefícios e a segurança do seu consumo na saúde infantil.

Além disso, ressalta-se a importância do monitoramento contínuo da composição nutricional desses produtos na indústria pelos órgãos competentes e a revisão da legislação dos produtos lácteos direcionados para primeira infância.

REFERÊNCIAS

ABBASPOUR, N.; HURRELL, R.; KELISHADI, R. Review on iron and its importance for human health. **Journal of Research in Medical Sciences**, v. 19, n. 2, p. 164–174, 2014.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). Toxicological Profile for Cobalt. ATSDR, 2023.

AL-BILTAGI, M. et al. Middle East consensus recommendations on the use of young child formula (YCF) in toddlers. **Journal of Nutritional Science**, v. 11, n. e53, p. e53, 2022.

ALMEIDA, C. C. et al. Macrominerals and Trace Minerals in Commercial Infant Formulas Marketed in Brazil: Compliance With Established Minimum and Maximum Requirements, Label Statements, and Estimated Daily Intake. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, Article 857698, p. 1 – 14, 2022.

ANATER, A. S. et al. Nutrient intakes among Brazilian children need improvement and show differences by region and socioeconomic level. **Nutrients**, v. 14, n. 3, p. 485, 2022.

ASCHNER, M.; ERIKSON, K. Manganese. **Advances in Nutrition**, v. 8, n. 3, p. 520–521, 2017.

BAILEY, R. L.; WEST, K. P., Jr; BLACK, R. E. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v. 66 Suppl 2, n. Suppl. 2, p. 22–33, 2015.

BAKER, P. et al. First-food systems transformations and the ultra-processing of infant and young child diets: The determinants, dynamics and consequences of the global rise in commercial milk formula consumption. **Maternal & Child Nutrition**, v. 17, n. 2, p. e13097, 2021.

BERNER, L. A. et al. Fortified foods are major contributors to nutrient intakes in diets of US children and adolescents. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 114, n. 7, p. 1009- 1022.e8, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 28, de 12 de junho de 2007. Aprovar o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de composto lácteo. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2007a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelecer os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2020b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Alterar o caput, excluir o parágrafo único e inserir os §§ 1º ao 3º, todos do art. 1º, da Instrução Normativa MAPA nº 51, de 18 de setembro de 2002. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2011c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança. Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 300p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para crianças menores de dois anos. Ministério da Saúde, 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. 265p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. Ministério da Saúde, 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Ministério da Saúde, 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2013a. 84p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Cadernos de Atenção Básica: Carência de micronutrientes. Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2007b. 60p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Caderno dos Programas Nacionais de Suplementação de Micronutrientes. Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2022b. 44p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Manual Técnico e Operacional do Pró-Iodo: Programa Nacional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo. Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 20p.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 43, de 19 de setembro de 2011. Dispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis para lactentes. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2011a.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Perguntas e respostas – Fórmulas Infantis: 4ª edição. Brasília (DF); 2023.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 44, de 19 de setembro de 2011. Dispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis de seguimento para lactentes e crianças de primeira infância. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2011b.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 23, de 24 de abril de 2013. Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2013b.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 150, de 13 de abril de 2017. Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2017.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria no 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2020a.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria no 714, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários para enriquecimento e restauração de alimentos. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2022a.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria no 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprovar o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 2003.

BRITO, M. A. et al. Composição. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/composicao> Acesso em: 19 abril 2023.

BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R. N. A. DE; MAZETO, G. M. F. S. Biodisponibilidade do cálcio dietético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 5, p. 852–861, 2006.

CALVO, M. S.; LAMBERG-ALLARDT, C. J. Phosphorus. **Advances in Nutrition**, v. 6, n. 6, p. 860–862, 2015.

CAROLI, A. et al. Invited review: Dairy intake and bone health: a viewpoint from the state of the art. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 11, p. 5249–5262, 2011.

CASTRO, I. R. R. DE et al. Methodological aspects of the micronutrient assessment in the Brazilian National Survey on Child Nutrition (ENANI-2019): a population-based household survey. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 3737, n. 8, p. e00301120, 2021.

CHEKRI, R. et al. Trace element contents in foods from the first French total diet study on infants and toddlers. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 78, p. 108–120, 2019.

CHEN, L. et al. Analysis of 17 elements in cow, goat, buffalo, yak, and camel milk by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). **RSC Advances**, v. 10, n. 12, p. 6736–6742, 2020.

COLLINS, J. F.; KLEVAY, L. M. Copper. **Advances in Nutrition**, v. 2, n. 6, p. 520–522, 2011.

COOK, N. R. et al. Sodium and health-concordance and controversy. **The BMJ**, v. 369, p. m2440, 2020.

CORMICK, G.; BELIZÁN, J. M. Calcium intake and health. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1606, 2019.

COSTELLO, R.; WALLACE, T. C.; ROSANOFF, A. Magnesium. **Advances in Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 199–201, 2016.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição**, v. 10, n. 2, p. 87–98, 1997.

DEWANGAN, A.K.; PATEL, A.D.; BHADANIA, A.G. Stainless steel for dairy and food industry: A review. **Journal of Material Science & Engineering**, v. 04, n. 05, 2015.

EFSA PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN (CONTAM). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. **EFSA Journal**, v. 12, n. 3, 2014b.

EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (NDA). Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae: Essential composition of infant and follow-on formulae. **EFSA Journal**, v. 12, n. 7, p. 3760, 2014a.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Elementos de apoio para boas práticas agropecuárias na produção leiteira. Embrapa, 2^a ed, 2005. 161p.

EPA. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Method 6020B (SW-846): Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, Revision 2. Washington, DC. 2014. Disponível: < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/6020b.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2023.

FAO/WHO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Tailândia: FAO/WHO. 362p, 1998.

FISBERG, M. et al. Consenso Sobre Anemia Ferropriva: Mais que uma doença, uma urgência médica. Sociedade Brasileira de Pediatria, n. 2, p.1–13, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Milk and dairy products in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 404p, 2013.

FOROUTAN, A. et al. Chemical composition of commercial cow's milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 17, p. 4897–4914, 2019.

FRISBIE, S. H. et al. Manganese levels in infant formula and young child nutritional beverages in the United States and France: Comparison to breast milk and regulations. **PloS One**, v. 14, n. 11, p. e0223636, 2019.

GONÇALVES, A. C., Jr et al. Heavy metal contamination in Brazilian agricultural soils due to application of fertilizers. Internet: **Environmental Risk Assessment of Soil Contamination**. InTech, 2014. 920 p.

GUPTA, S.; BRAZIER, A. K. M.; LOWE, N. M. Zinc deficiency in low- and middle-income countries: prevalence and approaches for mitigation. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 33, n. 5, p. 624–643, 2020.

HOJSAK, I. et al. Young child formula: A position paper by the ESPGHAN committee on nutrition: A position paper by the ESPGHAN committee on nutrition. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 66, n. 1, p. 177–185, 2018.

HU, W. et al. Food sources of selenium and its relationship with chronic diseases. **Nutrients**, v. 13, n. 5, p. 1739, 2021.

HUANG, L.; DRAKE, V. J.; HO, E. Zinc. **Advances in Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 224–226, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – POF**. Rio de Janeiro, 2011. ISBN 978-85-240-4194-5.

INMETRO. Orientação Sobre Validação de Métodos Analíticos: Documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-008. 2020. Disponível em<
http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Cgcre/DOQ/DOQ-Cgcre-8_08.pdf>. Acesso em: 23 maio 2023.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington: The National Academy Press, 2011.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Dietary Reference intakes for Sodium and Potassium. Washington: The National Academy Press, 2019.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington: The National Academy Press, 2006.

KAMERUD, K. L.; HOBBIE, K. A.; ANDERSON, K. A. Stainless steel leaches nickel and chromium into foods during cooking. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 39, p. 9495–9501, 2013.

KEATS, E. C. et al. Effective interventions to address maternal and child malnutrition: an update of the evidence. **Lancet Child & Adolescent Health**, v. 5, n. 5, p. 367–384, 2021.

KHAN, N. et al. Analysis of minor and trace elements in milk and yogurts by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). **Food Chemistry**, v. 147, p. 220–224, 2014.

LANHAM-NEW, S. A.; LAMBERT, H.; FRASSETTO, L. Potassium. **Advances in Nutrition**, v. 3, n. 6, p. 820–821, 2012.

LEÃO, D. O. D.; GUBERT, M. Precisamos conversar sobre os chamados compostos lácteos. **DEMETRA Alimentação Nutrição & Saúde**, v. 14, p. e43609, 2019.

LEROUX, I. N. et al. Brazilian preschool children attending day care centers show an inadequate micronutrient intake through 24-h duplicate diet. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 54, p. 175–182, 2019.

LIMA, J. F. DE; FARIÑA, L. O. DE; SIMÕES, M. R. O composto lácteo e o risco inerente à saúde infantil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 114870–114885, 2021.

LIPPMAN, H. E. et al. Nutrient recommendations for growing-up milk: A report of an expert panel. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 141–145, 2016.

LOTT M, CALLAHAN E, WELKER DUFFY E, STORY M, DANIELS S. Healthy Beverage Consumption in Early Childhood: Recommendations from Key National Health and Nutrition Organizations. Consensus Statement. Durham: Healthy Eating Research. 15p, 2019. Disponível em: <https://healthyeatingresearch.org/wp-content/uploads/2019/09/HER-HealthyBeverage-ConsensusStatement.pdf>. Acesso em: 23 maio 2023.

LOVELL, A. L. et al. Compared with cow milk, a growing-up milk increases vitamin D and iron status in healthy children at 2 years of age: The growing-up milk-lite (GUMLi) randomized controlled trial. **The Journal of Nutrition**, v. 148, n. 10, p. 1570–1579, 2018.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J.L. Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 1227p.

MATSUYAMA, M. et al. Effect of fortified milk on growth and nutritional status in young children: a systematic review and meta-analysis. **Public Health Nutrition**, v. 20, n. 7, p. 1214–1225, 2017.

MELLO, A. V. et al. Dietary sources of sodium among Brazilian population: data from Latin American Nutrition and Health Study (ELANS). **Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria**, v. 39, n. 1, p. 14-21, 2019.

MELLO, C. S.; BARROS, K. V.; MORAIS, M. B. Brazilian infant and preschool children feeding: literature review. **Jornal de Pediatria**, v. 92, n. 5, p. 451–463, 2016.

MILAGRES, R. C. R. DE M. et al. Food Iodine Content Table compiled from international databases. **Revista de Nutrição**, v. 33, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (US) COMMITTEE ON TECHNOLOGICAL OPTIONS TO IMPROVE THE NUTRITIONAL ATTRIBUTES OF ANIMAL PRODUCTS. DESIGNING FOODS: Animal Product Options in the Marketplace. Washington (DC): National Academies Press (NAP); 1988. 384p. ISBN: 0-309-53552-2.

PEREIRA, C. et al. Cross-sectional survey shows that follow-up formula and growing-up milks are labelled similarly to infant formula in four low and middle income countries. **Maternal & Child Nutrition**, v. 12 Suppl 2, n. S2, p. 91–105, 2016.

PÉREZ, B. et al (Centro Tecnológico AINIA). Report of “data collection with respect to the availability and nutritional composition of different types of milk-based drinks and similar products for young children with the denomination of “growing up milks” or “toddlers’ milks” or with similar terminology currently on the market in EU Member States”. **EFSA Supporting Publications**, v. 10, n. 11, 2013.

- POITEVIN, E. Official methods for the determination of minerals and trace elements in Infant Formula and Milk Products: A review. **Journal of AOAC International**, v. 99, n. 1, p. 42–52, 2016.
- PRIES, A. M. et al. Sugar content and nutrient content claims of growing-up milks in Indonesia. **Maternal & Child Nutrition**, v. 17, n. 4, p. e13186, 2021.
- SANGALLI, C. N.; RAUBER, F.; VITOLO, M. R. Low prevalence of inadequate micronutrient intake in young children in the south of Brazil: a new perspective. **The British Journal of Nutrition**, v. 116, n. 5, p. 890–896, 2016.
- SANT’ANA, M. A. R.; DE CARVALHO, T. C.; DA SILVA, I. F. Concentration of heavy metals in UHT dairy milk available in the markets of São Luís, Brazil, and potential health risk to children. **Food Chemistry**, v. 346, n. 128961, p. 128961, 2021.
- SANTOS, E. E.; LAURIA, D. C.; PORTO DA SILVEIRA, C. L. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. **The Science of The Total Environment**, v. 327, n. 1–3, p. 69–79, 2004.
- SILVA, G.; SILVA, A.M.A.D.; FERREIRA, M.P.B. Processamento de leite. Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI). Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2012. Disponível em: https://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Processamento_de_Leite.pdf. Acesso em: 23 maio 2023.
- SILVA, S. V. et al. Evaluation of the mineral content of infant formulas consumed in Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 3498–3505, 2013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). Departamento Científico de Nutrologia. Fórmulas e Compostos Lácteos Infantis: em que diferem?. SBP, p.7, 2020.
- STATHOPOULOU, M. G. et al. Mineral intake. **Progress in Molecular Biology and Translational Science**, v. 108, p. 201–236, 2012.
- STEVENS, G. A. et al. Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: a pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys. **The Lancet. Global health**, v. 10, n. 11, p. e1590–e1599, 2022.
- SULCEK, Z.; DOLEZAL, J.; POVONDRA, P. Decomposition Techniques in Inorganic Analysis. London: Liffé Books Ltd., 1968. 224 p. ISBN 978-04-441-9948-5.
- SUTHUTVORAVUT, U. et al. Composition of follow-up formula for young children aged 12–36 months: Recommendations of an international expert group coordinated by the nutrition association of Thailand and the early nutrition academy. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v. 67, n. 2, p. 119–132, 2015.
- THOMPSON, J. J.; PACQUETTE, L.; BRUNELLE, S. L. Determination of minerals and trace elements in Infant Formula and adult/pediatric nutritional formula by inductively

coupled plasma/mass spectrometry A performance evaluation: Single-laboratory validation, first action 2015.06. **Journal of AOAC International**, v. 98, n. 6, p. 1711–1720, 2015.

VAN DER REIJDEN, O. L.; ZIMMERMANN, M. B.; GALETTI, V. Iodine in dairy milk: Sources, concentrations and importance to human health. **Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 31, n. 4, p. 385–395, 2017.

WALKER, C. L. F.; EZZATI, M.; BLACK, R. E. Global and regional child mortality and burden of disease attributable to zinc deficiency. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 5, p. 591–597, 2009.

WALL, C. R. et al. A multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled trial to evaluate the effect of consuming Growing Up Milk “Lite” on body composition in children aged 12–23 mo. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 109, n. 3, p. 576–585, 2019.

WALTON, J.; FLYNN, A. Nutritional adequacy of diets containing growing up milks or unfortified cow’s milk in Irish children (aged 12–24 months). **Food & Nutrition Research**, v. 57, n. 1, p. 21836, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: Potassium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization. 42p, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines on food fortification with micronutrients/edited by Lindsay Allen. Geneva: World Health Organization, 341p, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guiding principles for feeding non-breastfed children 6–24 months of age. Geneva: World Health Organization, 40p, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Nutritional anaemias: tools for effective prevention and control. Geneva: World Health Organization, 83p, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization, 59p, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Zinc. Geneva: World Health Organization, 360p, 2001.

ZIMMERMANN, M.; TRUMBO, P. R. Iodine. **Advances in Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 262–264, 2013.

APÊNDICE A. Descrição das principais fontes e a quantidade de cada elemento essencial no leite de vaca em pó integral

MINERAL	FONTES ALIMENTARES	Quantidade de elementos essenciais no leite em pó (100g)
Ca (mg) ^{a,n}	Leite e derivados, gergelim, amêndoas, brócolis, couve	904,00
P (mg) ^{b,n}	Leites de vaca e derivados, carne vermelha, frango	728,00
K (mg) ^{c,n}	Batata, ameixa seca, banana, laranja, tomate, feijões, leite	1144,00
Mg (mg) ^{d,n}	Grãos integrais, leguminosas, oleaginosas, leite, carne vermelha, peixe	80,00
Na (mg) ^{e,n}	Carne vermelha, pão branco, arroz, carne processada, massas, feijão, sal*	320,00
Fe (mg) ^{f,n}	Carne vermelha, frango, peixe, cereais, leguminosas	0,24
Co (ng) ^{g,o}	Cereais, folhosos, vegetais, leites e derivados*	8,00
Cu (mg) ^{h,n}	Leguminosas, cogumelos, chocolate, oleaginosas, sementes	0,08
Cr (µg) ^{i,p}	Carne, banana, arroz, laranja e café*	1,00
I (µg) ^{j,q}	Frutos do mar, sal iodado, leite e derivados, grãos integrais	30,00
Mn (mg) ^{k,n}	Gérmen de trigo, aveia, arroz, oleaginosas, chocolate, folhosos	0,04
Se (µg) ^{l,n}	Castanha do Pará, peixes, carne, leite e derivados, ovos, vegetais crucíferos	29,60
Zn (mg) ^{m,n}	Frutos do mar, carne vermelha, feijões, oleaginosas, grãos integrais	3,20

Legenda: mg (miligrama); µg (micrograma); ng (nanograma), *Alimentos que mais contribuem com o nutriente na dieta.

Fontes: Elaborada pela autora com base em: ^aCORMICK; BELIZÁN, 2019; ^bCALVO; LAMBERG-ALLARDT, 2015; ^cLANHAM-NEW; LAMBERT; FRASSETTO, 2012; ^dCOSTELLO; WALLACE; ROSANOFF, 2016; ^eMELLO et al., 2019; ^fABBASPOUR; HURRELL; KELISHADI, 2014; ^gATSDR, 2023; ^hCOLLINS; KLEVAY, 2011; ⁱIOM, 2006; ^jZIMMERMANN; TRUMBO, 2013; ^kASCHNER; ERIKSON, 2017; ^lHU et al, 2021; ^mHUANG; DRAKE; HO, 2015; ⁿIBGE, 2011; ^oEMPRAPA, 2005; ^pSANTOS; LAURIA; PORTO DA SILVEIRA, 2004; ^qMILAGRES et al., 2020.

APÊNDICE B. Condições do ICP-MS aplicadas para determinações dos minerais.

Condições do ICP-MS	Características
Potência de radiofrequência	1100W
Fluxo de plasma	17.0 L·min ⁻¹
Fluxo de gás auxiliar	1.1 L·min ⁻¹
Fluxo de gás	1.16 L·min ⁻¹
Composição do skimmer	Pt
Tempo de permanência	50 ms per isotope
Modo de varredura	Peak hopping
Resolução	0.7 uma (u)
Digitalização por leitura	5

APÊNDICE C. Condições do ICP-OES aplicadas para determinações dos minerais.

Condições do ICP OES	Características
Potência de radiofrequência	1400W
Fluxo de plasma	15 L.min
Fluxo de gás auxiliar	0,6 L.min
Ar nebulização	0,6 mL.min
Taxa de aspiração da amostra	1,5 mL.min

APÊNDICE D. LOD e LOQ para cada elemento determinado em amostras de LF e CL por (a) ICP-MS e (b) ICP OES.

^a Elementos	LOD (mg kg ⁻¹)	LOQ (mg kg ⁻¹)
Co ⁵⁹	0,0004	0,001
Cu ⁶³	0,003	0,009
Cr ⁵³	0,004	0,013
I ¹²⁷	0,006	0,02
Mn ⁵⁵	0,001	0,005
Se ⁸²	0,01	0,04
Zn ⁶⁶	0,009	0,03

^b Elementos	LOD (mg kg ⁻¹)	LOQ (mg kg ⁻¹)
Ca	0,001	0,003
Fe	0,001	0,003
K	0,09	0,297
Mg	0,002	0,007
Na	0,02	0,066
P	0,040	0,132

Legenda: LF: leite fortificado; CL: composto lácteo; LOD: limites de detecção; LOQ: limites de quantificação.

APÊNDICE E. Ingredientes dos LF e CL analisados.

Leites fortificados	Ingredientes
A	Leite integral, minerais [cálcio (carbonato de cálcio), ferro (pirofosfato férrico) e zinco (sulfato de zinco)], vitaminas [vitamina C (ascorbato de sódio), vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferila), vitamina A (acetato de retinila) e vitamina D (colecalfiferol)] e emulsificante lecitina de soja.
B	Leite integral, fosfato tricálcico, vitaminas A, C, D e E, ferro, zinco e emulsificante lecitina de soja.
C	Leite integral e/ou leite concentrado integral, emulsificante lecitina de soja e mix de vitaminas e minerais (vitaminas A, C, D, E, B6, B12, ácido pantotênico e ácido fólico e minerais cobre, ferro e zinco).
Compostos lácteos	Ingredientes
D	Sólidos do leite parcialmente desnatado, lactose, óleos vegetais (óleo de canola, óleo de coco, óleo de girassol alto oleico, óleo de girassol, óleo de palma), concentrado proteico do soro de leite, maltodextrina, galacto-oligossacarídeos (GOS), fruto-oligossacarídeos (FOS), óleo de peixe, cálcio (carbonato de cálcio), vitamina C (ácido L-ascórbico, L-ascorbato de sódio, palmitato de ascorbila), ferro (sulfato ferroso), inositol (mio-inositol), zinco (sulfato de zinco), vitamina E (DL- alfa- tocoferol, acetato de DL-alfa tocoferila), colina (cloreto de colina), vitamina B5 (D-pantotenato de cálcio), niacina (nicotinamida), cobre (gluconato cúprico), vitamina A (palmitato de retinila), vitamina D (colecalfiferol), vitamina B1 (cloridrato de cloreto de tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina B6 (cloridrato de piridoxina), manganês (sulfato de manganês (II)), ácido fólico (Ácido N-pteróil-L glutâmico), vitamina K (fitomenadiona), selênio (selenito de sódio), vitamina B12 (cianocobalamina), biotina (D-biotina), aromatizante e emulsificante lecitina de soja.
E	Leite desnatado, soro de leite desmineralizado, matodextrina, lactose, oleína de palma, galacto-oligossacarídeos, concentrado proteico de soro de leite, óleo de canola com baixo teor erúxico, óleo de girassol, cálcio (citrato de cálcio tribásico), óleo de peixe, fósforo (fosfato de potássio), fruto-oligossacarídeos, sódio (fosfato de sódio dibásico), magnésio (cloreto de magnésio), vitamina C (L-ascorbato de sódio), ferro (sulfato ferroso), zinco (sulfato de zinco), vitamina E (acetato de DL- α -tocoferila), ácido pantotênico (D-pantotenato de cálcio), niacina (nicotinamida), cobre (sulfato de cobre), vitamina B1 (tiamina mononitrato), vitamina A (acetato de retinila), vitamina B6 (cloridrato de piridoxina), vitamina B2 (riboflavina), ácido fólico (ácido N-pteróil-L-glutâmico), iodo (iodeto de potássio), vitamina K (fitomenadiona), biotina (D-biotina), selênio (selenato de sódio), vitamina D (colecalfiferol), vitamina B12 (cianocobalamina), emulsificante lecitina de soja e reguladores de acidez hidróxido de potássio e ácido cítrico.

Continuação do Quadro

F	Leite parcialmente desnatado, maltodextrina, soro de leite desproteínizado desmineralizado, soro de leite, galacto-oligossacarídeos, óleo de milho, óleo de canola com baixo teor erúcido, oleína de palma, cálcio (carbonato de cálcio), fósforo (fosfato de potássio dibásico), fruto-oligossacarídeos, vitamina C (ácido L-ascórbico), zinco (sulfato de zinco), vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferila), niacina (nicotinamida), ácido pantotênico (D-pantotenato de cálcio), vitamina B1 (tiamina mononitrato), vitamina B6 (cloridrato de piridoxina), vitamina A (acetato de retinila), vitamina B2 (riboflavina), ácido fólico (ácido N-pteril-L-glutâmico), selênio (selenito de sódio), vitamina K (fitomenadiona), biotina (D-biotina), vitamina D (colecalférol), vitamina B12 (cianocobalamina), ferro (sulfato ferroso), emulsificante lecitina de soja e reguladores de acidez (citrato de potássio, ácido cítrico e hidróxido de potássio).
G	Leite desnatado, leite integral, frutose, mistura de óleos vegetais (óleo vegetal de girassol altamente oleico, óleo vegetal de soja e antioxidantes: lecitina, palmitato de ascorbila e tocoferol), maltodextrina, lactose, galacto-oligossacarídeos, polidextrose, carbonato de cálcio, ingrediente composto à base de óleo de peixe (óleo de atum, caseinato de sódio, xarope de glicose, dextrose, antioxidantes: ascorbato de sódio, tocoferóis, lecitina e palmitato de ascorbila), cloreto de colina, óxido de magnésio, beta glucana de levedo de cerveja (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), L-ascorbato de sódio, (vitamina C), fumarato ferroso, acetato de DL-alfa-tocoferila (vitamina E), nicotinamida (niacina), sulfato de zinco, colecalférol (vitamina D), palmitato de retinila (vitamina A), D-pantotenato de cálcio (ácido pantotênico), gluconato de cobre, cloridrato de cloreto de tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), cloridrato de piridoxina (vitamina B6), fitomenadiona (vitamina K), D-biotina, cianocobalamina (vitamina B12), sulfato de manganês, ácido N-pteril-L-glutâmico (ácido fólico), emulsificante lecitina e aromatizantes.
H	Leite integral e/ou leite em pó integral restituído, soro de leite concentrado, leiteinho, creme de leite, creme de soro de leite, vitaminas C, A e D, ferro e emulsificante lecitinas (INS 322).
I	Leite em pó integral, fibra (polidextrose), permeado de soro de leite, minerais [cálcio, ferro e zinco], vitaminas [vitamina C, vitamina E, vitamina A e vitamina D] e emulsificante lecitina de soja.

Fonte: Rótulos dos produtos lácteos fortificados analisados.