CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO EM DIFERENTES ETAPAS DA LACTAÇÃO: UM ESTUDO COMPARATIVO

CALCIUM CONCENTRATION IN DIFFERENT STAGES OF LACTATION: A COMPARATIVE STUDY

Anny Caroliny dos Santos Oliveira[1], Laís de Araújo Amaral[1], Talles Gonçalves de Oliveira[1], Silvio José Valadão Vicente[2]

[1]Universidade Santa Cecília – Faculdade de Nutrição, [2]Universidade Santa Cecília – Faculdade de Engenharia Química
E-mail para contato laq@unisanta.br

RESUMO - Este estudo teve por objetivo quantificar a concentração de cálcio em diferentes etapas da lactação humana, comparando-o a fórmulas infantis e ao leite bovino. Foram coletadas amostras de leite humano em cinco fases (recém-nascido, 6, 12, 24 e 36 meses), além de fórmulas infantis (0–6, 6–12 e 12–36 meses) e leite bovino. As análises seguiram metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz. Foi possível verificar que o leite humano apresenta mínimas variações ao longo da lactação, com média de 30,75±2,20 mg/100 g no intervalo avaliado. Em comparação ao leite humano, as fórmulas industrializadas, o leite UHT e o leite em pó apresentaram teores, 58,76%, 247,43% e 299,44% superiores ao leite humano, respectivamente.

Palavras-chave: *Cálcio; Leite humano; Leite bovino; Fórmulas infantis.*

ABSTRACT - This study aimed to quantify the concentration of calcium at different stages of human lactation, comparing it to infant formulas, and bovine milk. Samples of human milk were collected along five stages (newborn, 6, 12, 24, and 36 months), besides infant formulas (0–6, 6–12, and 12–36 months) and bovine milk. Laboratory analyses followed the method recommended by Adolfo Lutz Institute. It was possible to verify that human milk presents minimum variations along the lactation period, with average result equals to 30.87±2,20 mg/100g within the evaluated period. In comparison to human milk, industrialized formulas, UHT milk and powdered milk presented calcium concentrations equals to 58.76%, 247.43% and 299.445% above human milk, respectively.

Keywords: *Calcium; Human milk; Bovine milk; Infant formulas*

1 INTRODUÇÃO

O leite vai além de alimento nutritivo, constituindo fator essencial para o desenvolvimento de funções fisiológicas e biológicas. Contém compostos bioativos que favorecem o sistema imunológico, protegendo contra infecções gastrointestinais, respiratórias e outras doenças. Esses compostos atuam diretamente na defesa do organismo, criando uma barreira contra patógenos e infecções que são comuns nos primeiros meses de vida, quando o sistema imunológico ainda está em formação (Victoria et al, 2016). O presente estudo teve como objetivo analisar e comparar o teor de cálcio em diferentes tipos de leites (leite humano, fórmulas infantis industrializadas e leite bovino UHT e em pó).

1.1 LEITE HUMANO

A amamentação é amplamente reconhecida como a melhor forma de alimentação para o bebê, sendo recomendada pela Organização Mundial da Saúde – OMS como exclusiva até seis meses de vida e complementar até dois anos (WHO, 2021). O leite humano é fundamental para o desenvolvimento do sistema imunológico, cognitivo e neurológico. Bebês amamentados apresentam melhor desempenho em testes de inteligência quando comparados àqueles que não foram amamentados (Hernández et al, 2018).

A composição do leite humano é regulada por mecanismos complexos e, com algumas exceções, não costumam ocorrer alterações significativas na sua composição. Crianças podem tolerar certas variações nas concentrações de alguns nutrientes, mas qualquer desvio significativo dos limites normais poderá causar sérias consequências para o crescimento e a saúde da criança (Silva e Barros, 2019).

1.2 FÓRMULAS INFANTIS

Segundo a OMS (2015), o aleitamento exclusivo deve ser promovido até os seis meses e complementado até dois anos ou mais. Na dificuldade ou falta de lactação são disponíveis fórmulas infantis recomendadas quando o aleitamento materno não é possível ou não supre as necessidades da criança (Brasil, 2022).

Fórmulas infantis são produtos industrializados, regulamentados por órgãos nacionais e internacionais que buscam fornecer a composição nutricional do leite humano. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA por meio da RDC N° 43/2011, define padrões mínimos de macronutrientes, micronutrientes e parâmetros de segurança alimentar para fórmulas alimentares (ANVISA, 2011). Essas fórmulas são classificadas de acordo com a faixa

etária, sendo disponíveis fórmulas de partida (0-6 meses), de segmento (6-12 meses) e de transição ou primeira infância (1–3 anos). Embora estudos mostrem atuais melhorias nestas fórmulas, o leite humano ainda possui propriedades imunológicas e componentes bioativos que não podem ser completamente replicados (Ballard e Morrow, 2013). As fórmulas infantis devem incluir quantidades adequadas de carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas e minerais e cabe aos fabricantes seguir as diretrizes das agências governamentais, repeitando faixas de valores mínimos e máximos para sua eficácia (Papagaroufalis et al. 2014).

As fórmulas devem conter entre 60−70 kcal de energia por 100 mL e são disponíveis em pó (misturada com água antes da alimentação), forma líquida (misturada em quantidade igual de água) e pronta para alimentar (Martin et al. 2016).

Mães que não amamentam podem enfrentar desafios que vão de sentimento de culpa a frustração. Em muitas culturas há uma forte pressão social para que as mães amamentem e a não amamentação pode ser vista como falha. Esses sentimentos podem ser exacerbados pela falta de apoio familiar, social ou institucional, o que pode dificultar ainda mais a adaptação da mãe à nova situação (Kukulski et al. 2020).

A escolha pelo aleitamento artificial pode ser uma decisão necessária em certos contextos. Para algumas mães, o aleitamento artificial é uma solução prática e necessária, em situações de dificuldades com a amamentação ou quando não há alternativas. Nesses casos, garantir que as fórmulas infantis sejam de alta qualidade e que o ambiente de alimentação seja seguro e responsivo é essencial para o bem-estar do bebê. O suporte emocional e psicológico para a mãe também é fundamental para que ela se sinta segura em sua decisão, independente do tipo de alimentação escolhido (ESPGHAN, 2019).

A comercialização e divulgação desses produtos são reguladas para evitar o *marketing* abusivo que possa prejudicar a promoção do aleitamento materno, seguindo o Código Internacional de Comercialização de Substitutos do Leite Materno. No Brasil, a Norma Brasileira de Comercialização de Alimentos para Lactantes − NBCAL disciplina a propaganda de fórmulas infantis, visando proteger o aleitamento materno como prioridade na saúde pública (Brasil, 2022).

1.3 LEITE BOVINO TIPO UHT E EM PÓ

O leite bovino é um alimento de grande valor nutricional, amplamente consumido em todo o mundo. Sua composição varia dependendo da raça, alimentação e estágio de lactação, mas é consistentemente reconhecido por ser uma fonte de cálcio, sódio e minerais essenciais ao corpo humano (Câmara et al, 2019). A qualidade da produção é diretamente influenciada pela

saúde e alimentação do rebanho leiteiro. A produção de leite de alta qualidade demonstra a interconexão entre a saúde animal e o produto final destinado ao consumo (Silber, 2022).

No cenário da alimentação infantil, a Sociedade Brasileira de Pediatria – SBP diz que, na impossibilidade do aleitamento materno, a fórmula infantil é a única alternativa aceitável para lactentes no primeiro ano de vida. O leite bovino, apesar de ser uma fonte de nutrientes e minerais, é considerado inadequado para menores de um ano devido ao excesso de proteínas, sódio, cálcio, potássio e cloro, e à carência de vitaminas, ferro e ácidos graxos poli-insaturados (L-PUFA). O consumo de leite bovino nessa faixa etária está associado a riscos como anemia ferropriva, obesidade e elevada carga renal de solutos (Welfford, 2021).

No entanto, a decisão sobre a alimentação de lactentes é frequentemente influenciada por fatores socioeconômicos. Muitas mães, por baixo poder aquisitivo, podem optar por alternativas mais baratas, como o leite em pó integral, em detrimento das fórmulas infantis, devido ao custo elevado destas últimas. Essa substituição inadequada pode levar a deficiências nutricionais importantes para o desenvolvimento infantil (Silber, 2022).

Já o leite em pó, uma alternativa também mais acessível, é obtido a partir do leite bovino por um processo que visa remover a água, concentrando os nutrientes e aumentando sua validade e facilidade de transporte. O processo de fabricação envolve etapas como centrifugação para padronização da gordura, pasteurização para eliminação de microrganismos, concentração para remoção de grande parte da água e secagem por *spray drying*, no qual o leite concentrado é transformado em pó fino (Bianchin, 2024).

Apesar da conveniência, o leite em pó difere significativamente das fórmulas infantis em sua composição nutricional. Enquanto as fórmulas infantis são formuladas para atender a necessidades específicas de lactentes, o leite bovino e, por extensão, o leite em pó apresenta um perfil nutricional não otimizado para essa faixa etária, sendo deficiente em micronutrientes cruciais como ferro e vitamina D, e com excesso de proteínas (Weffort, 2021). A compreensão dessas diferenças nutricionais é fundamental para avaliar o impacto da substituição da fórmula infantil pelo leite em pó na saúde e desenvolvimento de crianças pequenas, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioeconômica (Silber, 2022).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo experimental com abordagem quantitativa, realizado no Laboratório de Química da Universidade Santa Cecília – Santos/SP.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Santa Cecília

sob o Nº 88850925.1.0000.5513 respeitando as diretrizes da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas envolvendo seres humanos. Todas as doadoras foram informadas sobre os objetivos e procedimentos do estudo, assinando Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes da coleta das amostras.

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Reagentes.

Solução de trietoalamina 30% (m/m), NaOH 5 molar, tampão hidróxido de amônio/cloreto de amônio, negro de Eriocromo T, solução de Na_2EDTA 0,1 molar, HCl 1:1 (v/v) e HNO_3 P.A.

2.1.2 Amostras

a) Leite humano

Foram selecionadas cinco lactantes saudáveis em fases distintas do período de lactação: RN (10 dias), 6 meses, 1 ano, 2 anos e 3 anos. As participantes declararam disponibilidade e interesse em colaborar com a pesquisa, além de atenderem aos seguintes critérios de inclusão: não apresentar doenças crônicas ou agudas diagnosticadas no momento da coleta, não fazer uso de medicamentos capazes de alterar a composição do leite humano, não consumir álcool ou quaisquer tipos de drogas.

Após a coleta de 50 mL, o leite foi acondicionado em recipientes de vidro previamente higienizados com tampa plástica, evitando contaminações externas, conforme descrito no documento “Leite materno pode ser congelado; saiba como retirar, armazenar e oferecer” (Gov.br/saúde, 2022) do Ministério da Saúde. Cada amostra recebeu uma etiqueta de identificação contendo a fase da lactação correspondente. Os recipientes foram mantidos sob refrigeração até o momento das análises que ocorreram no mesmo dia da coleta ou no dia seguinte.

Para a análise, as amostras foram homogeneizadas e 5 gramas de cada amostra foram pesados em balança analítica, para realização das etapas experimentais.

b) Fórmula Infantis Industrializadas

Foram selecionados 3 produtos para cada as fases 1 (0-6 meses), 2 (6-12) e 3 (1-3 anos), sendo utilizadas as reconstituições conforme as indicações do fabricante resumidas a seguir:

• Para a fórmula 1 (0–6 meses), 3 *scoops* de pó foram adicionados a 90 mL de água filtrada, conforme indicado na embalagem do fabricante. Cada *scoop* foi pesado, tendo 13,8 gramas de produto. O pó foi misturado à água até que a suspensão estivesse completamente homogênea, sem a presença de grumos ou resíduos visíveis.

• Para a fórmula 2 (6–12 meses), 7 *scoops* do pó da fórmula foram adicionados a 210 mL de água filtrada. O processo de reconstituição seguiu as mesmas etapas: os *scoops* foram dissolvidos na água, misturando cuidadosamente até obter uma suspensão uniforme, sem grumos ou resíduos.

• Para a fórmula 3, destinada à faixa de 1–3 anos também foi preparada com sete *scoops* de pó em 210 mL de água filtrada, seguindo as instruções do fabricante. O pó foi cuidadosamente incorporado à água e misturado até atingir completa homogeneização.

Após estes processos, cada amostra foi pesada em balança analítica em cadinhos de porcelana, sendo utilizados 5 gramas para cada amostra.

c) Leite bovino tipo UHT e em pó

Para o leite UHT integral, a embalagem estava sob refrigeração antes da retirada da porção utilizada. O produto foi transferido para um recipiente limpo e, a partir dele, pesaram-se aproximadamente 5 gramas em balança analítica de precisão, quantidade padrão para as análises. Já o leite em pó foi reconstituído de acordo com as orientações descritas na embalagem, utilizando-se duas colheres de sopa do produto (cerca de 25 gramas) dissolvidas em 180 mL de água morna. A mistura foi agitada até obter completa homogeneização. Após essa etapa, a amostra reconstituída foi pesada sendo separados cerca de 5 gramas para prosseguir com os procedimentos analíticos.

2.2 MÉTODOS

Para as determinações do teor do cálcio, foi utilizado o método volumétrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Todos os resultados estão representados como média de cinco amostras acompanhados do respectivo desvio padrão. A análise estatística utilizou o teste "t" de Student com nível de significância $\alpha = 0,05$. Gráficos e cálculos foram obtidos utilizando o software Excel for Windows, versão 2018.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises para leite humano estão apresentados na Tabela 1 em diferentes períodos de lactação (RN a 36 meses).

Tabela 1 – Resultados das análises do teor de cálcio no leite humano (mg/100 g).

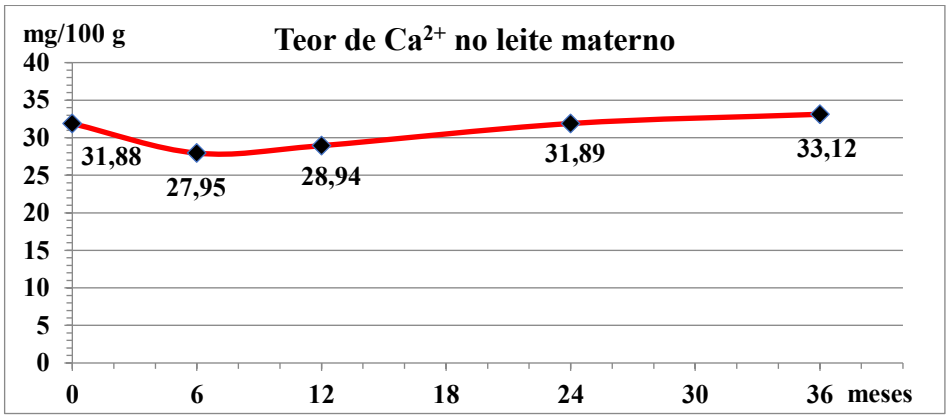
Leite humano	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	M	dp
RN	31,88	31,88	31,90	31,89	31,87	31,88	0,01
6 meses	25,95	29,94	27,92	27,99	27,95	27,95	1,41
12 meses	28,89	28,94	28,99	28,92	28,96	28,94	0,04

24 meses	33,90	30,30	33,93	30,36	30,94	31,89	1,87
36 meses	33,87	31,97	33,86	33,94	31,97	33,12	1,05

Abreviações: RN = recém-nascido; A = amostras; M = média; dp = desvio padrão.

Para melhor visualização, os teores médios de cálcio no leite humano durante as fases de lactação estão vistos na Figura 1. Na mesma, verifica-se que o teor de cálcio apresentou pouca variação, mesmo considerando-se que houve diferentes doadoras com diferentes padrões nutricionais para cada período.

Figura 1 – Evolução do teor de cálcio nas fases de lactação.



Apesar da pequena variação dos teores de cálcio entre os diferentes períodos, a comparação por meio do teste "t" de Student mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os períodos RN – 6 meses e entre 12 – 24 meses (ambos com $p < 0,05$). Já a comparação entre os períodos 6 – 12 meses e 24 – 36 meses ($p = 0,155$ e $p = 0,233$ respectivamente) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Os valores obtidos sugerem que o teor de cálcio no leite humano não apresenta grandes variações mesmo considerando diferentes doadoras e fases de lactação (média das cinco doadoras em diferentes estágios da lactação = 30,75 mg/100 g).

Neste cenário, há evidências que a concentração de cálcio é aproximadamente constante ao logo dos 36 meses avaliados e que a maior necessidade de cálcio para o bebê ao longo do seu crescimento é atendido pela ingestão de maiores volumes de leite e em intervalos mais frequentes do que pelo aumento da concentração do cálcio do leite, o que poderia causar constipação intestinal.

Já na Tabela 2 estão demonstrados os resultados dos leites industrializados, incluindo leite em pó, leite UHT e fórmulas infantis para diferentes faixas etárias (0–6, 6–12, 12–36 meses).

Tabela 2 – Resultados do teor de cálcio em diferentes amostras analisadas (mg/100 g).

Derivados Industrializados	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	M	dp
0–6 meses	51,41	53,53	49,53	51,93	51,56	51,59	1,43
6–12 meses	47,88	47,99	47,92	47,19	47,83	47,76	0,33
12–36 meses	47,92	47,91	47,95	43,92	47,83	47,11	1,78
UHT bovino	105,68	105,15	105,67	105,04	109,17	106,14	1,72
Leite em pó	123,40	120,90	121,45	126,00	123,40	122,83	2,01

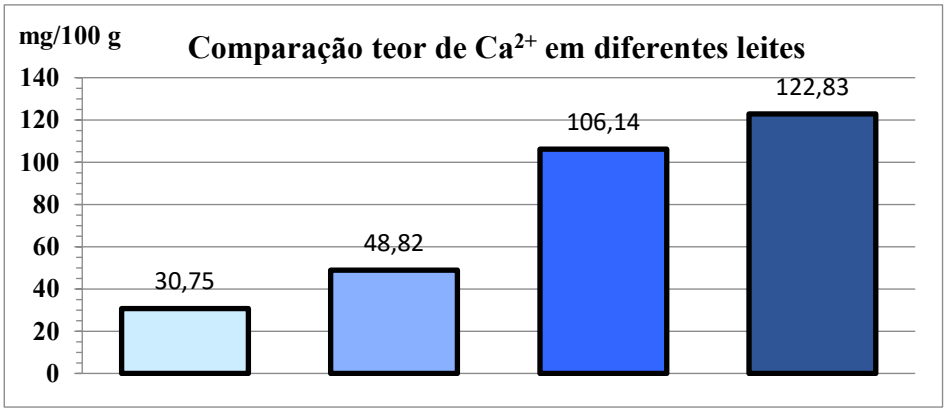
Abreviações: A = amostras; M = média; DP = desvio padrão.

Comparando-se todos os leites avaliados, foram obtidas as seguintes conclusões:

- As menores concentrações de Ca^{2+} foram verificadas no leite humano com 30,75 mg/100 g.
- As fórmulas infantis exibiram pouca variação, com teor médio de Ca^{2+} de 48,72 mg/100 g.
- O leite bovino tipo UHT exibiu o teor de Ca^{2+} com média de 106,14 mg/100 g.
- O leite em pó apresentou a maior média de Ca^{2+} com 122,83 mg/100 g.

Para melhor visualização destas informações, é apresentada a Figura 2.

Figura 2 - Comparação do teor de cálcio em diferentes leites analisados



Diversas publicações já foram publicadas em relação à concentração de cálcio no leite humano. Jenness (1979) publicou que a raça, idade, paridade e dieta não interferem significamente na composição do leite materno, sendo valores usuais encontrados na faixa entre 25 e 35 mg/100 g. Em estudo de revisão, Rios-Leyvras e Yao (2023) relataram média de 26,1 mg/100 g em 154 estudos publicados enquanto que em sua revisão, Pereira (2014) se refere ao leite humano como contendo 33,0 mg/100 g. Conforme Rodrigues, Alaejos e Romero (2002), avaliações com lactantes de 21 a 35 anos resultaram em valor médio igual a 31,3 mg/100 g. No presente estudo foi obtida a média de 30,75 mg/100 g, perfeitamente convergente com estas quatro referências.

Em sua revisão, Rodrigues, Alaejos e Romero (2002) relatam que estudos com fórmulas

infantis de vários países identificaram teores de cálcio de 44,1 mg/100 g (Espanha), 55,55 mg/100 g (Espanha), 42 mg/100 g (Nigéria), 49,2–50,0 mg/100 g (Canadá) e 42–47 mg/100 g (Estados Unidos), bastante próximos ao teores encontrados nesta pesquisa com fórmulas brasileiras (média = 48,71 mg/100 g). Bosscher et al (2003) encontraram valor de 42,3 mg/100 g em fórmulas infantis suplementadas com fibras alimentares solúveis.

Em relação ao leite bovino, Pereira (2014) relata concentração média de cálcio de 122 mg/100 g enquanto Scimago (2020) cita o valor de 107,4 mg/100 g. No presente estudo foi obtida a média de 106,14 mg/100 g, com bastante concordância com a referências citadas.

Em pesquisa realizada por Câmara, Moraes e Rodrigues (2019) foi determinado que o leite em pó devidamente reconstituído com água apresentou teor de cálcio equivalente a 125 mg/100 g enquanto que Oliveira et al (2017) chegaram a faixa de 139-158 em cinco diferentes produtos. No presente estudo foi obtida a média de 122,83 mg/100 g.

4 CONCLUSÃO

- O leite humano com média de 30,75 mg/100 g no período 0 a 36 meses apresentou mínimas variações no teor de cálcio mesmo considerando a obtenção de amostras em diferentes períodos de lactação e diferentes doadoras com hábitos alimentares próprios.
- Já os derivados industrializados que apresentaram média 58,76% maior em comparação ao leite humano é uma alternativa em caso de falta de lactogene ou outras causas que impeçam a lactação. Como estes produtos são fabricados para substituir o leite humano, pode-se considerar que o seu teor de cálcio deveria ser mais próximo do leite humano.
- A alternativa de uso do leite bovino UHT, que apresentou média 247,43% maior que o leite humano, é uma opção para casos extremos e escolhido pelo menor custo do produto.
- Como o leite em pó, que apresentou média 299,44% maior que o leite humano, é produzido pela desidratação do leite bovino, é natural que seu teor de cálcio na forma hidratada seja superior ao leite bovino, sendo também inadequado à alimentação de bebês.

5 REFERÊNCIAS

Anvisa. Resolução RDC nº 43 de 19 de setembro de 2011. Dispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis para lactentes. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2011.

Ballard, O.; Morrow, A.L. Human Milk Composition: Nutrients and Bioactive Factors. Pediatric Clinics of North America, 60(1), 2013, 49–74.

Bosscher, D. et al. Availabilities of calcium, iron, and zinc from dairy infant formulas is

affected by soluble dietary fibers and modifies starch fractions. Nutrition. 19(7-8), 2003, 641-645.

Brasil. Alimentação do lactente e criança de 1 a 2 anos. Ministério da Saúde - Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. 2022.

Câmara, A.O.; Moraes, O.M.G.; Rodrigues, L. Tipos de leite e sua contribuição na ingestão diária de sódio e cálcio. Ciência & Saúde Coletiva. 24(8), 2019, 3099–3106.

Espghan – European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. Milk consumption in young children: A systematic review. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 68(3), 2019, 325-340.

Hernández, L.M. et al. Breastfeeding and neurodevelopmental: A systematic review. American Journal of Clinical Nutrition. 108(2), 2018, 304-312.

IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Jenness, R. The composition of human milk. Semin Perinatol. 3(3), 1979, 225-239.

Kukulski, J.W. et al. Maternal mental health and infant feeding decisions: A qualitative study. Maternal & Child Nutrition. 16(4), 2020, 1-15.

Leite materno pode ser congelado; saiba como retirar, armazenar e oferecer. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/dezembro/leite-materno-pode-ser-congelado-saiba-como-retirar-armazenar-e-oferecer>.

Martin, C.; Ling, P.; Blackburn, G. Review of Infant Feeding: Key Features of Breast Milk and Infant Formula. Nutrients, 8(5), 2016, 279-300.

Papagaroufalis, K. et al. A Randomized Double Blind Controlled Safety Trial Evaluating D-Lactic Acid Production in Healthy Infants Fed Lactobacillus reuteri-containing Formula. Nutrition and Metabolic Insights. 7, 2014, 19-27.

Rios-Leyvras, M.; Yao, O. Calcium, zinc and vitamin D in breast milk: a systematic review and meta-analysis. International Breastfeeding Journal. 18, 2023.

Rodrigues, E.M.R.; Alaejos, M.S.; Romero, C.D. Concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio em leche materna y fórmulas de inicio. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 52(4), 2002.

Sciamago Institutions Rankings. Bioacessibilidade de zinco, cálcio e fósforo em extrato de soja e amostras de leite bovino, caprino e ovino. Química Nova. 43(6), 2020.

Silber, M. Exclusiva fórmula infantil com nutrientes-chave que contribuem para o desenvolvimento nutricional de neonatos e crianças, na impossibilidade do aleitamento materno exclusivo. Danone Health Academy.com.br. 2022.

Silva, A.C.; Barros, D.Porto. Assistência de enfermagem em puericultura: fatores que influenciam o desmame precoce. Enfermagem Brasil, 18(2), 2019, 273-280.

Victoria, C.G. et al. Breastfeeding in the 21st century: Epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. The Lancet, 387(10017), 2016, 475-490.

Weffort, V.R.S et al. Guia prático de alimentação da criança de 0 a 5 anos – 2021. Sociedade Brasileira de Pediatria. 2021.

World Health Organization – WHO. Infant and young child feeding. Geneva: WHO, 2021.